

**Universidad  
Autónoma  
Metropolitana**



Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO**  
Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ACOJINAMIENTO AUXILIAR EN  
LA PREVENCIÓN DE ÚLCERAS POR PRESIÓN PARA  
PERSONAS QUE SE ENCUENTREN EN POSICIÓN DECÚBITO**

**Julio Resendiz Hernández**

Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño  
Línea de Investigación Diseño y Desarrollo de Producto

Miembros del jurado:

Mtra. Francesca Sasso Yada

*Directora de la tesis*

Dr. Abraham Aguirre Acosta

Dra. Angélica Arista González

Mtro. Amando José Padilla Ramírez

Mtro. Alejandro Ramírez Lozano

Ciudad de México

Septiembre 2016

### **Dedicatoria**

A mi mamá, Balbina, con todo mi amor, eterna admiración y respeto; este logro también es tuyo  
A mi familia por estar siempre presentes

### **Agradecimientos**

A la Maestra Francesca Sasso Yada por su guía, apoyo incondicional y permitirme ser parte de este noble proyecto

Al Maestro Amando José Padilla Ramírez, por su invaluable apoyo y conocimiento en esta nueva etapa

Al Maestro Mauricio Iván Panamá Armendáriz, por su apoyo y guía

A la Dra. Milagros Rodríguez Meza por compartir su experiencia

Al personal del Instituto Nacional de Rehabilitación por su apoyo

A los pacientes y sus familias, verdaderos guerreros

Al personal de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social, por su apoyo y paciencia

A Itzel Zamudio Martínez por su apoyo en el diseño de los esquemas

A todos ustedes,  
Muchas gracias

## Resumen

Cuando hablamos de diseño, en general, nos referimos a la posibilidad de idear, construir, proyectar, imaginar, crear algo que nos permita resolver algún problema o necesidad. Esta necesidad puede partir de un entorno inmediato: casa, escuela, trabajo, entre otros, o de un entorno no cotidiano como los hospitales y, en general, los espacios públicos y privados, *“El diseño se trata de la necesidad”*, Charles Eames (1945).

En este documento se destaca la importancia del diseño industrial en el campo de la medicina, concretamente en el desarrollo de equipo médico como apoyo a personas con discapacidad motriz, específicamente personas con paraplejia o cuadriplejia.

El diseñador industrial tiene un amplio campo de desarrollo en esta área, ya que las personas que viven en esta condición requieren de ayudas técnicas, prótesis, mobiliario especial, artículos de la vida diaria, entre otros, siendo el principal objetivo facilitar la realización de sus actividades cotidianas a fin de integrarlas de una mejor manera a la sociedad y, en lo posible, mejorar su calidad de vida.

Dentro de las ayudas técnicas encontramos los sistemas de reposo, éstos son de gran importancia para las personas con problemas de movilidad, ya que al pasar mucho tiempo acostados pueden desarrollar una serie de problemas de salud como son las *escaras*, también denominadas *úlceras por presión* (UPP), y que en casos extremos llegan a ser mortales. Debido a esto, se desarrolló la investigación en ámbitos de la ingeniería mecánica, química y de diseño, y con apoyo de equipo de alta tecnología, permitió obtener una serie de nuevos materiales, los cuales se utilizaron en el diseño y desarrollo de un acojinamiento que permite una mejor distribución del peso corporal del usuario y que forma parte de un sistema integral de reposo multiposiciones.

## Índice

Resumen .....	3
Índice.....	4
Introducción.....	8
Capítulo 1 .....	11
1 Antecedentes .....	11
1.1    Sistemas desarrollados por el área de Ingeniería y Diseño Industrial de la UAM-Azcapotzalco. ....	11
1.2    Sondeo para conocer las características de algunos artículos auxiliares en la prevención de las UPP de venta en el mercado nacional.....	16
1.3    Clasificación por tipo de superficie .....	19
1.3.1    Superficies estáticas.....	19
1.3.2    Superficies dinámicas.....	19
1.3.3    Superficies dinámicas de alta tecnología .....	20
1.3.4    Otras superficies.....	20
1.3.5    Tablas de características de algunos acojinamientos denominados “anti escaras” de venta en el mercado nacional. ....	23
Capítulo 2 .....	25
2 Planteamiento del problema.....	25
2.1    Preguntas de investigación .....	28
2.2    Objetivos .....	28
2.2.1    Objetivo general .....	28
2.2.2    Objetivos específicos.....	28
2.3    Metodología.....	29
2.4    Justificación .....	30
2.4.1    Importancia del diseño industrial en apoyo a personas con discapacidad ...	31
2.5    Hipótesis.....	31
2.6    Aportación al diseño .....	31
Capítulo 3.....	33

3	Desarrollo y proceso de la investigación .....	33
3.1	Marco teórico.....	33
3.1.1	Definiciones y Conceptos .....	33
3.1.1.1	Tipos de Discapacidad .....	34
3.1.1.2	Clasificación por la afección topográfica .....	36
3.1.2	Características socioeconómicas a nivel mundial .....	36
3.1.2.1	Algunos datos estadísticos sobre discapacidad en México .....	37
3.1.2.2	Úlceras por presión, factor de riesgo para personas con discapacidad motriz .....	38
3.1.3	Problemas generados por la falta de movilidad.....	39
3.1.4	Aspectos generales de la piel.....	40
3.1.5	Úlceras por presión (UPP).....	42
3.1.5.1	Definición y conceptos.....	42
3.1.5.2	Etiopatogenia de las úlceras por presión.....	42
3.1.5.3	Clasificación de las úlceras por presión .....	43
3.1.5.4	Localización de las úlceras por presión.....	44
3.1.5.5	Factores que contribuyen a la generación de UPP .....	46
3.1.5.6	Tratamiento de las úlceras por presión .....	48
3.1.5.7	Prevención de las úlceras por presión.....	48
3.1.5.7.1	Valoración nutricional .....	48
3.1.5.7.2	Valoración del dolor .....	49
3.1.5.7.3	Valoración de la humedad.....	49
3.1.5.8	Tratamientos de la inmovilidad .....	50
3.1.5.9	Cambios posturales para prevenir úlceras por presión .....	50
3.1.5.10	Método: Actividades realizadas en el cuidado del paciente hospitalario .....	52
3.1.5.10.1	Sujetos primarios de estudio.....	52
3.1.5.11	Procedimiento.....	53
3.1.5.11.1	Análisis ergonómico del personal que atiende al paciente (familiar, médicos y enfermeras).....	53
3.1.5.11.1.1	Aspectos biológicos.....	53
3.1.5.11.1.2	Aspectos técnicos .....	54

3.1.5.11.1.3	Aspecto psicosocial .....	54
3.1.5.11.2	Otros datos .....	54
3.1.5.12	Entrevista a pacientes y su experiencia en el uso de los acojinamientos.....	59
3.1.6	Interpretación de resultados de las encuestas realizadas, valorando ventajas y desventajas de los acojinamientos .....	62
3.2	Requerimientos de diseño .....	63
3.2.1	Requerimientos para el diseño de un acojinamiento auxiliar en la prevención de las UPP para personas con problemas de movilidad .....	64
Capítulo 4	.....	69
4	Experimentación .....	69
4.1	Recursos materiales.....	69
4.1.1	Características de los materiales utilizados .....	71
4.1.1.1	Ácido Oleico.....	71
4.1.1.2	Agua .....	71
4.1.1.3	Harina de Fécula de maíz (polvos) .....	71
4.1.1.4	Microesferas cerámicas .....	71
4.1.1.5	Microesferas de poliestireno .....	71
4.1.1.6	Espuma de poliuretano .....	72
4.1.1.7	Trietanolamina (TEA).....	72
4.2	Creación de nuevos materiales .....	72
4.2.1	Mezclas .....	72
4.2.1.1	Pruebas realizadas con equipo de alta tecnología .....	74
4.2.1.2	Pruebas de compresión y resiliencia .....	74
4.2.1.2.1	Resultados .....	75
4.2.1.3	Prueba de temperatura.....	77
4.2.1.3.1	Resultados .....	78
4.3	Selección del material contenedor del gel .....	78
4.3.1	Material contenedor del gel .....	81
5	Análisis y resultados previstos .....	83
6	Aportaciones potenciales .....	84

7	Conclusiones finales .....	86
8	Recomendaciones .....	93
9	Bibliografía .....	94
	Bibliografía en línea .....	95
10	Glosario .....	96
11	Créditos a imágenes, gráficos y esquemas .....	98
12	Anexos .....	101

## Introducción

Cuando nacemos, uno de los principales motores de nuestro desarrollo es la familia, el aprender a bañarte, comer, vestirse, atender tu cuidado personal, ejercitarte son actividades que vas aprendiendo y perfeccionando con el paso del tiempo.

Pero, ¿qué pasa cuando por algún accidente, enfermedad o debido a su avanzada edad, una persona pierde movilidad en alguna extremidad, o peor aún, en la mayor parte de su cuerpo?

La persona que se enfrenta a alguna de las situaciones anteriores sufre un fuerte impacto, ya que vivirá una nueva vida, principalmente, porque su independencia se ve limitada; el núcleo familiar queda, en muchas ocasiones, devastado ante tal situación, debido a que ellos pierden también cierta libertad al tener que compartir parte de su vida y tiempo en la atención y cuidado de la persona que se encuentra en esta nueva condición.

Ante la nueva realidad la familia no sabe cómo actuar o qué hacer para brindar un espacio de confort a la persona con discapacidad, desafortunadamente, en ocasiones el cuidado del paciente recae sólo en algunos miembros de la familia, provocando conflictos en el interior de la misma. Por otro lado, los hospitales y el sector salud en general no ofrecen instalaciones adecuadas para atender a este tipo de pacientes, que ven agravada su situación a causa de los daños colaterales por la falta de movilidad.

Uno de los principales problemas derivados de esta condición es la generación de las llagas o úlceras por presión (UPP), las cuales son heridas que se generan principalmente donde existen prominencias óseas, y que dañan y deterioran el cuerpo de la persona lesionando los tejidos, los músculos, la piel y que, de no existir una adecuada profilaxis, conformada por una buena alimentación, rehabilitación, correcto aseo y un sistema de reposo adecuado, entre otros, llegan a ser mortales.

Las UPP, de acuerdo con la *«Declaración de Rio de Janeiro sobre la Prevención de las Úlceras por Presión como Derecho Universal»*, se han convertido en un serio problema de salud pública a nivel mundial, representando, además, altos costos al sector salud.

La presente investigación se centra en los sistemas de reposo donde descansan las personas con problemas de movilidad, para generar un nuevo acojinamiento auxiliar en



la prevención de las úlceras por presión, desarrollado a partir de la creación de nuevos materiales.

El sistema permitirá una mejor distribución del peso corporal del usuario, así como una ventilación adecuada, evitando la generación de bacterias; los materiales de la superficie serán térmicos y fáciles de limpiar.

Para cumplir con estos objetivos realicé experimentos con diferentes materiales, obteniendo una serie de mezclas que se sometieron a pruebas mecánicas y de temperatura, con el fin de escoger uno que tuviera las características de flexibilidad, resiliencia y resistencia a la temperatura deseados.

Obtenido el material, se realizó el prototipo del acojinamiento a fin de ser integrado a un sistema automatizado multiposiciones desarrollado por el área de ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco (UAM-A) para, en una etapa posterior, someter ambos a pruebas con usuarios reales.

En el capítulo de antecedentes se brinda un panorama general de los sistemas automatizados multiposiciones que se están desarrollando en la UAM-A y al cual se integrará la nueva propuesta de acojinamiento producto de esta tesis. También, se hace un esbozo acerca de algunos sistemas de venta en el mercado nacional para conocer sus características generales.

En el capítulo 2, se hace referencia a los objetivos para el diseño del nuevo sistema de reposo y que se definieron a partir del levantamiento de encuestas y entrevistas realizadas a usuarios de los sistemas de reposo actuales, así como a usuarios indirectos: médicos, enfermeras y familiares.

Posteriormente, en el capítulo 3, se brinda un panorama general de lo que son las UPP, los factores que las propician, la forma de prevenirlas y tratarlas, entre otros temas.

Una vez entendida la problemática global e importancia de la prevención de las UPP y establecidas las consideraciones para el diseño del acojinamiento, se inició la etapa de experimentación, la cual dio como resultado la generación de nuevos materiales, que fueron sometidos a diferentes pruebas a fin de determinar el idóneo; posteriormente se realizó la investigación para determinar el material plástico adecuado para contener el nuevo material, así como la aplicación de poliuretano para encapsular dicho

contenedor; todo el proceso de experimentación y resultados se describen en los capítulos 4 y 5.

Dentro del capítulo 6 se muestra el prototipo del acojinamiento que se integrará al sistema de reposo multiposiciones desarrollado por el área de ingeniería, para que, en una siguiente etapa, ambos sean sometidos a evaluación con usuarios reales. Por último, en los capítulos 7 y 8, se establecen las conclusiones a las que se llegó y las recomendaciones, a fin de utilizar los nuevos materiales en proyectos futuros o dar seguimiento al producto desarrollado.

## Capítulo 1

### 1 Antecedentes

En el área de Ingeniería mecánica de la UAM-A, se han desarrollado propuestas tendientes a crear un sistema de reposo que ayude a personas con paraplejia o cuadriplejia –y en general a personas con problemas de movilidad y que pasan mucho tiempo en cama– a poder ser rotados o cambiados de posición mientras se encuentran en posición decúbito con el fin de facilitar su atención y cuidado.

Las investigaciones correspondientes a diseño industrial, objeto de esta tesis, se han enfocado a la superficie de reposo, ya que es ahí donde el paciente pasa la mayor parte del tiempo, requiriendo cambios de posición constante, esto es, cada dos o tres horas <sup>1</sup>, con el fin de prevenir la generación de las escaras o úlceras por presión (UPP).

Las actividades que se realizan para atender al paciente, como alimentarlo, asearlo, cambiarle de ropa, brindarle terapia, entre otros, requieren de mucho esfuerzo físico por parte de los familiares, doctores, enfermeros y en general de las personas que lo atienden, ya que prácticamente tienen que cargarlo en cada cambio de posición, lo que se traduce en fatiga crónica<sup>2</sup> para estas personas.

#### **1.1 Sistemas desarrollados por el área de Ingeniería y Diseño Industrial de la UAM-Azcapotzalco.**

En la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A) se han desarrollado proyectos de sistemas multiposiciones que ayudan a las personas con discapacidad –y a quien los atiende– a facilitar la rotación, incorporarlos y en general a cambiarlos de posición de una manera más sencilla y con el menor esfuerzo posible.

---

<sup>1</sup> “Úlceras por decúbito: Lo que usted debe saber. Una Guía para personas con lesiones medulares” Consortium for spinal cord medicine. Clinical practice guidelines. Patrocinio Administrativo provisto por Veteranos Paralíticos de América. Paralyzed Veterans of America 2004, Pagina 18.

<sup>2</sup> Es una enfermedad compleja, crónica, de etiología desconocida, que se caracteriza por la presencia de fatiga (física y mental), intensa, debilitante y grave, que persiste seis o más meses, y de carácter oscilante y sin causa aparente específica. Interfiere con las actividades habituales, no disminuye con el reposo, empeora con el ejercicio y se asocia a manifestaciones sistémicas generales, físicas y neuropsicológicas. Fuente: Servicio de medicina interna. Hospital Universitario La paz. Universidad Autónoma. Madrid, 2006.

Para la realización de estos sistemas multiposiciones, han intervenido las Divisiones de Ciencias Básicas e Ingeniería (CBI) y Ciencias y Artes para el Diseño (CyAD), dando como resultado las siguientes propuestas:

- División CBI- Proyecto Terminal de Ingeniería Mecánica, mayo 1995

*Diseño y Construcción de una Cama ortopédica.*

- División CBI- Proyecto Terminal de Ingeniería Mecánica, mayo 1996

*Planeación, Desarrollo y Realización de una Cama, para personas con trastornos neuromotores.*

- División CBI- Proyecto Terminal de Ingeniería Mecánica, mayo 2005

*Sistema Multifuncional para Personas con Estancia Indefinida en Posición decúbito, ver imagen 1.*

### Propuesta conceptual

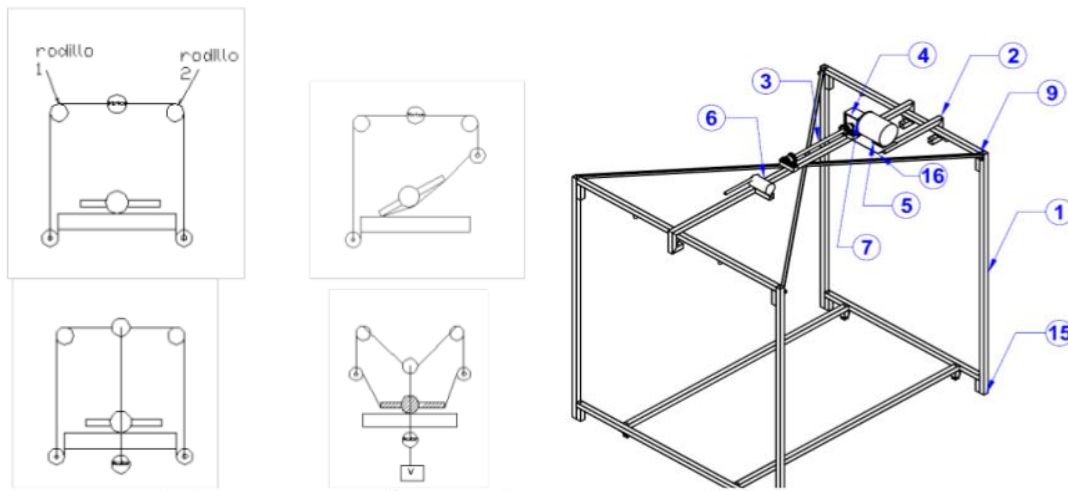


Imagen 1 Sistema multiposiciones para personas con estancia indefinida en posición decúbito

### Funcionamiento:

Esta propuesta conceptual consistía en girar la superficie de reposo (colchón) por medio de una banda que funcionaba con rodillos que se hacían girar con un motor; las posiciones que podía adoptar el paciente eran únicamente decúbito lateral izquierdo y derecho. El sistema no contaba con un mecanismo que detuviera al paciente al momento de rotarlo, siendo inminente el riesgo de caerse boca abajo.

Otro de los problemas detectados fue que el motor estaba colocado en la parte superior de la estructura, lo que la hacía muy pesada; se complicaba el acceso en caso de

requerir reparación, pero sobre todo, generaba cierto estrés e incomodidad en el paciente, ya que sentía que podía caérsele encima la estructura. El acojinamiento que se propuso en esa ocasión consistió en una base de poliuretano que no contaba con el espesor ni densidad adecuadas, lo que provocaba que la banda lastimara al paciente. El principal aporte de este proyecto fue que se realizaron los cálculos básicos necesarios para poder automatizar el sistema.

- **Sistema de cambio de puntos de apoyo para casos de Atrofia muscular,** septiembre 2006, ver imagen 2.

Propuesta conceptual

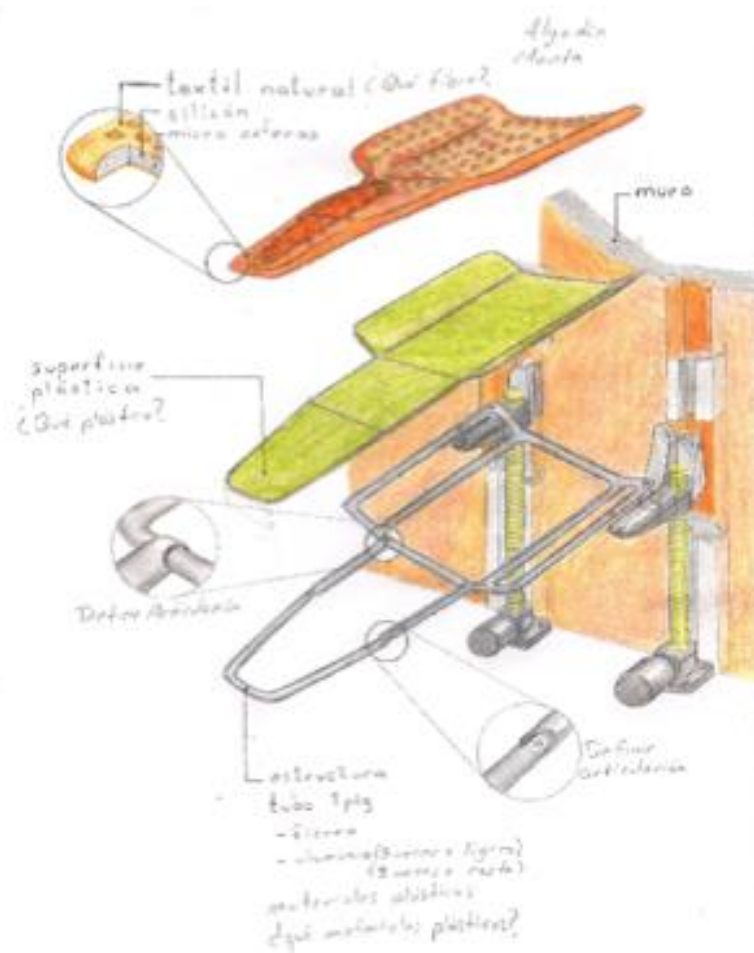


Imagen 2 Sistema de cambio de puntos de apoyo para casos de atrofia muscular, septiembre 2006

**Funcionamiento:**

Esta propuesta consistía, en una base tubular que subía y bajaba a diferentes niveles, es decir, podía quedar la parte derecha arriba y la izquierda abajo o viceversa, esto con el fin de lograr la rotación de la superficie de reposo. El material propuesto como recubrimiento de dicha superficie fue un plástico rígido, cubierto con un textil relleno de micro esferas y silicón. En este sistema tampoco se contempló que al girar al paciente la parte baja, es decir de la cintura hacia abajo, quedaría prácticamente en el aire sin ningún tipo de apoyo, poniendo en riesgo la seguridad del paciente. Solo quedó como concepto.

- **Sistema de multiposiciones**, septiembre 2013, ver imagen 3.

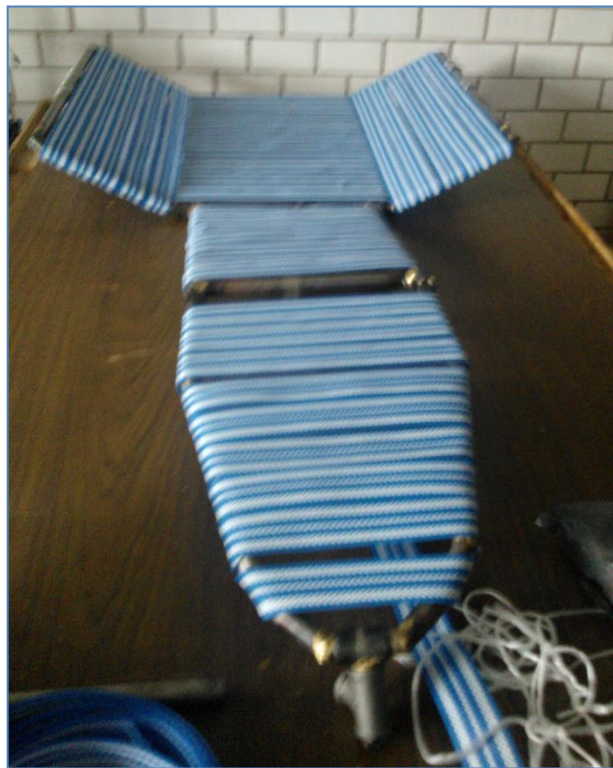
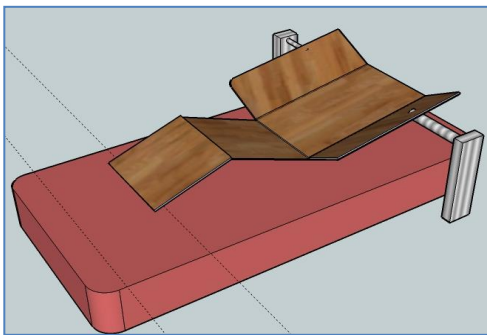


Imagen 3 Sistema multiposiciones, septiembre 2013

**Funcionamiento:**

Sistema tubular que funciona por medio de motores, los cuales permiten girar al paciente en posición decúbito lateral izquierdo y derecho, así como también la flexión de la parte baja de su cuerpo. El material propuesto como recubrimiento para la

superficie consistía en una malla de plástico que resultaba ser poco resistente, lastimaba el cuerpo del usuario y generaba sudoración, provocaba la generación de bacterias, resultando poco higiénico.

- **Sistema de cambio multiposiciones para personas que permanecen en decúbito por largos periodos de tiempo, año 2014. Ver imagen 4.**



Imagen 4 Sistema de cambio multiposiciones para personas que permanecen en decúbito por largos periodos de tiempo, año 2014

### **Funcionamiento:**

Este sistema consistió en una base tubular que se hacía girar por medio de un motor permitiendo colocar al usuario en posición decúbito lateral izquierdo y derecho, así como flexionar sus piernas y espalda. Como acojinamiento se propuso espuma de poliuretano, el principal inconveniente detectado fue que esta espuma no se amoldaba al usuario, causando incomodidad al poco tiempo de uso.

En este sentido, los materiales propuestos como acojinamiento resultaron:

- Poco higiénicos
- La estructura tubular lastimaba al usuario
- No permitía una ventilación adecuada
- Producía irritaciones en la piel
- No permitía la correcta transpiración
- Generaba bacterias

- **Sistema de cambio multiposiciones para personas que permanecen en decúbito por largos periodos de tiempo, año 2015, ver imagen 5.**



Imagen 5 Sistema de cambio de posiciones para personas que permanecen en decúbito por largos periodos de tiempo, año 2015

#### **Funcionamiento:**

Esta es la versión más reciente del sistema multiposiciones diseñado por alumnos de Diseño Industrial y construido por alumnos de Ingeniería Mecánica de UAM-Azcapotzalco; en ella, se perfeccionó la estructura y los puntos de apoyo brindando mayor seguridad al usuario al momento de rotarlo.

Si bien se perfeccionaron los mecanismos de rotación y posicionamiento, no así la superficie de reposo, es por ello que se intervino en el diseño de la misma con el fin de hacer eficiente todo el sistema.

### **1.2 Sondeo para conocer las características de algunos artículos auxiliares en la prevención de las UPP de venta en el mercado nacional**

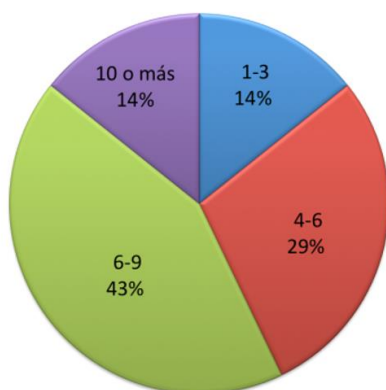
Con el fin de conocer las características de algunos productos existentes, auxiliares en la prevención de las UPP –que se ofrecen a la venta en el mercado nacional– se realizó un estudio de campo que incluyó tiendas y distribuidoras especializadas en artículos para personas con discapacidad.

La investigación se enfocó en las superficies donde se acuestan y sientan los pacientes con problemas de movilidad, principalmente personas con paraplejia o cuadriplejia.

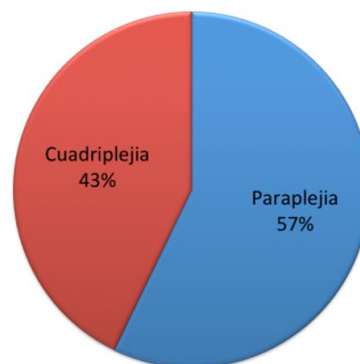


El objetivo de esta investigación fue conocer qué productos se venden más y qué características tienen, qué materiales y sistemas son utilizados (gel, aire, espuma, automatizados), la discapacidad para la cual se compran este tipo de productos, si ofrecen garantías, su precio, entre otros. Ver gráfica 1.

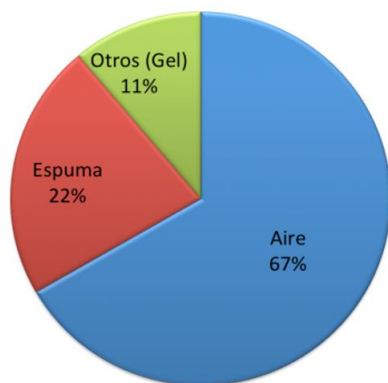
1.- ¿Cuántos artículos tiene para prevenir úlceras por presión?



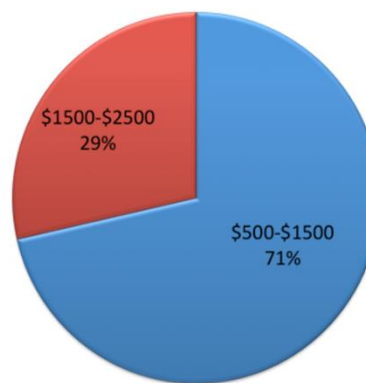
2.- ¿Sabe usted para qué tipo de discapacidad adquieren las personas este producto?



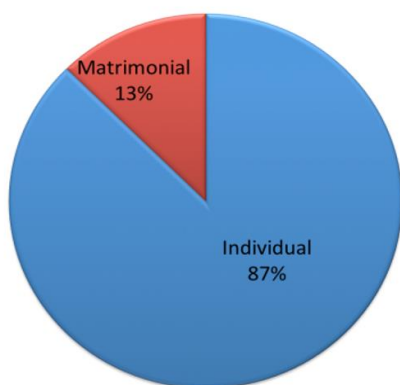
3.- ¿Cuáles son los que mas se venden?



4.-¿Cuál es el rango de precio de estos artículos?



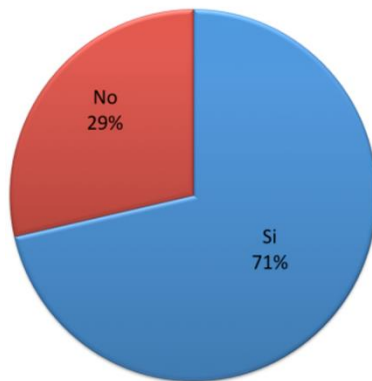
5.- ¿De qué tamaño son?



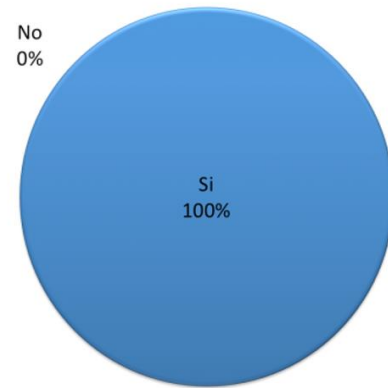
6.- ¿Cuál es el origen del producto?



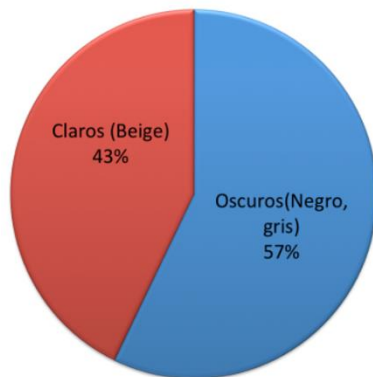
7.- ¿Es fácil conseguir las refacciones?



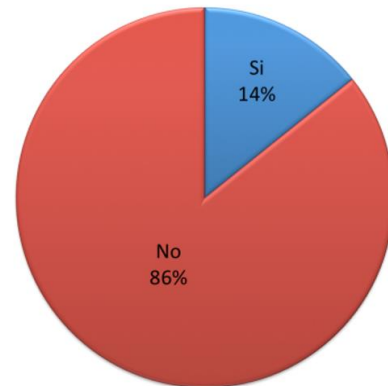
8.- ¿Ofrecen alguna garantía?



9.- ¿Qué color se vende más?



10.- ¿Tiene aditamentos especiales para el colchón?



Gráfica 1 Resultado de sondeo de productos para prevenir las UPP en el mercado nacional

Como se puede observar en las gráficas, la mayoría de las tiendas especializadas cuentan con artículos para prevenir las UPP, entre 6 y 9; en su mayoría son comprados para ser utilizados por personas con paraplejia, prefiriendo aquéllos que funcionan con aire.

El tamaño individual es el que más se vende y su precio oscila entre los \$500.00 y \$1500.00 pesos, la mayoría son de procedencia extranjera, ofrecen garantía y es relativamente fácil la obtención de refacciones. Los colores o acabados que prefieren los compradores son los oscuros y no cuentan con aditamentos especiales para los colchones.

### 1.3 Clasificación por tipo de superficie

Los sistemas vendidos actualmente en el mercado nacional tienen como principal objetivo reducir la presión en las prominencias óseas, así como permitir al usuario mantener una buena postura.

De acuerdo con el sondeo realizado en las tiendas y distribuidoras especializadas, podemos clasificar en 3 grandes grupos las superficies de reposo que se comercializan en el mercado nacional:

#### 1.3.1 Superficies estáticas

1. Colchones y cobertores de espuma, aire, gel, agua, fibra y gránulos (ver esquema 1).



Esquema 1 Superficies de reposo estáticas más utilizadas

#### 1.3.2 Superficies dinámicas

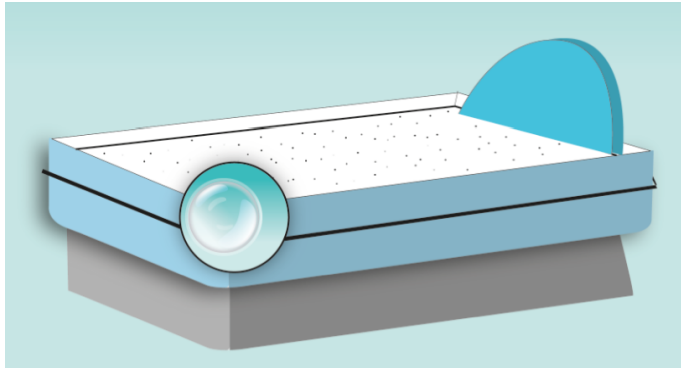
2. Colchones y cobertores de presión alterna. Estas superficies requieren de sistemas mecánicos para su funcionamiento. El usuario se acuesta sobre la superficie que contiene cámaras intercomunicadas que permiten que el aire fluya entre ellas y la presión sobre el cuerpo se distribuya, estas bolsas de aire se inflan y desinflan secuencialmente aliviando la presión ejercida durante periodos cortos; algunas de estas superficies incorporan sensores de presión como se muestra en el esquema 2.



Esquema 2 Superficies dinámicas con sistemas mecánicos

### 1.3.3 Superficies dinámicas de alta tecnología

3. Camas de micro esferas cerámicas con fluido de aire. Se hace circular aire que pasa a través de las microesferas cerámicas, que tienen un diámetro equivalente al de un grano de arena y están contenidas en una funda a la cual, mediante un dispositivo especial, se hace llegar a su interior una corriente de aire a temperatura regulable. Al recibir el impulso del aire, las microesferas se ponen en movimiento y se transforma el espacio sólido, en un fluido en el que el cuerpo prácticamente está flotando (ver esquema 3).



Esquema 3 Superficie con sistema a base de fluido de aire y microesferas

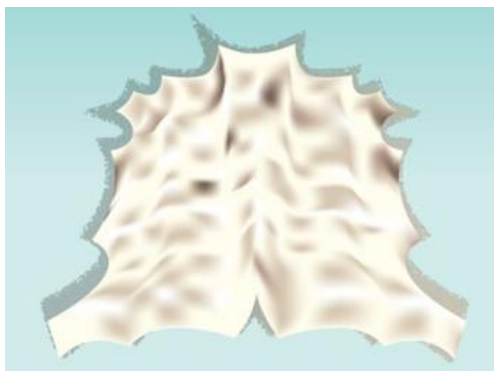
### 1.3.4 Otras superficies

- **La Zalea de Borrego**

Se recomienda sea utilizada en zonas donde se ejerza alta presión o en zonas de piel sensible, ya que crea un colchón de aire natural proporcionando alivio a la zona. La lana, debido a sus propiedades termorreguladoras, permite mantener el cuerpo del usuario fresco y seco, evitando irritaciones, no guarda olores, es relativamente fácil de limpiar, es antibacterial y puede ser lavada en casa sin perder sus propiedades.

Es suave al tacto, tiene propiedades calmantes y tranquilizantes que favorecen un mejor sueño, por naturaleza es impermeable ya que es rica en lanolina, no suelta pelo y sobre todo permite respirar a la piel de manera natural disminuyendo la sudoración.

Ayuda a prevenir úlceras en pacientes inmóviles, en personas con discapacidad o personas mayores que deben permanecer mucho tiempo sentadas o acostadas en la misma posición<sup>3</sup>.



Esquema 4 Zalea de borrego

- **Memory foam**

Producto desarrollado en los años 60 como parte de un invento de la *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, debido a las características que se lograron en el diseño del material fue que se adaptó a productos enfocados al descanso, como colchones, colchonetas o almohadas; fueron utilizados en hospitales y centros médicos procurando mayor comodidad en los pacientes, ofreciéndose como una alternativa para mejorar la salud, ya que al aliviar los puntos de presión del cuerpo podían solucionar problemas como la artritis.

El reparto de los puntos de presión se da a lo largo de todo el cuerpo teniendo como consecuencia una postura natural, permitiendo que la superficie se adapte a la morfología del usuario.



Esquema 5 Espuma visco elástica

---

<sup>3</sup> Albacrom, (n.d.). *Beneficios al paciente*. [En línea] Available at: <http://www.zaleapieldeborrego.com.mx/> [Último acceso: 28 Octubre 2015].

- **Espuma de poliuretano**

La espuma de poliuretano es un material flexible que es resistente al fuego, se clasifica como “respirable” permitiendo la libre transpiración del cuerpo y evitando la contaminación cruzada de bacterias, por lo que es muy utilizado en la fabricación de colchones.



Esquema 6 Cojín de poliuretano




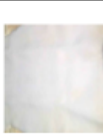
También se encontraron a la venta:

- Protectores de extremidades: almohadillas y cojines de diferentes formas (ver esquema 7).
- Protectores de talón.
- Soporte para los pies.



Esquema 7 Almohadillas y protectores de talón y codo

### 1.3.5 Tablas de características de algunos acojinamientos denominados “anti escaras” de venta en el mercado nacional.

SUPERFICIES ESTÁTICAS		TIPO DE ÚLCERA GRADO I Y II							
PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	PROPIEDADES	TAMAÑO	MATERIAL	USO	DISTRIBUIDOR	COSTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
	ACOJINAMIENTO PARA ASIENTO	RELLENO DE MICROESFERAS POLIMERICAS (NO PERMITE ESTANCÍAS PROLONGADAS)	ASIENTO RECTANGULAR	TELA	DESCANSO	HEALTH AND HOME	\$ 500.00	BAJO COSTO.NO REQUIERE ADITAMENTOS ESPECIALES.FÁCIL DE LAVAR	NO SIRVE PARA PERIODOS PROLONGADOS, LA TELA PIERDE SUS PROPIEDADES
	ASIENTO DE PIEL OVINA	VENTILACIÓN DEL ÁREA AFECTADA	TIPO SASIENTO	ZALEA DE BORREGO	TERAPÉUTICO	MERCADO LIBRE	\$ 750.00	ANTIBACTERIAL.PERMITE QUE LA PIEL TRANSPIRE NATURALMENTE.NO SUELTA PELO.FÁCIL LIMPIEZA	RETENCIÓN DE OLOR EN PACIENTES CON INCONTINENCIA FECAL
ALMOHADÓN RECLINABLE S/MODELO	ALMOHADÓN RECLINABLE	ADAPTABLE A CUALQUIER TIPO DE SILLA DE RUEDAS	A MEDIDA	CELLOS DE NEOPRENO CON COVERTOR LAVABLE	TERAPÉUTICO	THE ROHO GROUP	\$ 13,390.00	MEJOR PUNTO DE APOYO.ALTERNANCIA EN PRESIÓN.AYUDA A PREVENIR LAS UPP	ALTO COSTO.NO SOPORTA PACIENTES CON MAS DE 120KG
	COLCHONETA ANTIESCARAS TIPO CASACARÓN DE HUEVO	VENTILACIÓN ADECUADA.AUTO MASAJEADORA	INDIVIDUAL	ESPUMA DE POLIURETANO DENSIDAD 30	TERAPÉUTICO	HEALTH AND HOME	\$ 765.00	PRECIO ACCESIBLE.VENTILACIÓN ADECUADA.PUNTOS DE APOYO ESTRATEGICOS	FÁCIL DEFORMACIÓN NECESARIO ADQUIRIR FORRO ANTIFLUIDOS
COLCHÓN DE AGUA-AIRE WATER SOFT	COLCHÓN ANTIESCARAS	FUNCIONA A BASE DE AGUA/AIRE	INDIVIDUAL	PVC	TERAPÉUTICO	REACTIV	\$ 790.00	FLOTACIÓN DEL CUERPO	AGUA CALIENTE.FÁCIL DE PINCHAR.LLEGAN A AFECTAR EQUILIBRIO DEL PACIENTE
	ZALEA DE BORREGO	ALIVIA ZONAS DE ALTA PRESIÓN Y PIEL SENSIBLE	IRREGULAR	ZALEA DE BORREGO	TERAPÉUTICO	HEALTH AND HOME	\$ 1,375.00	ANTIBACTERIAL.PERMITE QUE LA PIEL TRANSPIRE NATURALMENTE.NO SUELTA PELO.FÁCIL LIMPIEZA	RETENCIÓN DE OLOR EN PACIENTES CON INCONTINENCIA FECAL



SUPERFICIES DINÁMICAS "A"		TIPO DE ÚLCERA III Y IV									
PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	PROPIEDADES	TAMAÑO	MATERIAL	USO	DISTRIBUIDOR	COSTO	VENTAJAS	DESVENTAJAS		
COLCHÓN ANTIESCARAS DE PRESIÓN ALTERNIA MODELO AIR SOFT 2500	COLCHÓN DE PRESIÓN ALTERNIA	EMITE UNA PRESIÓN CONSTANTE E INTERMITENTE	INDIVIDUAL	NEOPRENO	DESCANSO Y TERAPÉUTICO	HEALTH AND HOME	\$2,280.00	ALTERNANCIA EN EL INFLADO, MEJORA EL FLUJO SANGUINEO, MINIMIZA LA APARICIÓN DE UPP	ALTO COSTO, RÍGIDO, SE PUEDEN PINCHAR, NO OFRECE GARANTÍA EN REFACCIONES		
COLCHÓN DE AGUA-AIRE WATER SOFT	COLCHÓN ANTIESCARAS	PRESIÓN ALTERNIA DINÁMICA	INDIVIDUAL	POLIURETANO ELÁSTICO (PU)	TERAPÉUTICO Y CURATIVO	HEALTH AND HOME	\$ 4,653.00	NO REQUIERE ADITIVOS ESPECIALES, FÁCIL LIMPIEZA, PERMITE CIRCULACIÓN DE AIRE	ALTO COSTO, RÍGIDO, FÁCIL DE PINCHAR, NO SOPORTA PACIENTES DE MAS DE 120KG, NECESARIA FUNDA		
COLCHÓN ROHO PRODIGY DE 3 SECCIONES	BASE PARA CAMA	ADAPTABLE A CUALQUIER CAMA YA QUE SE VENDE POR MÓDULOS	RECTANGULAR	CELDA DE NEOPRENO CON COVERTOR LAVABLE	DESCANSO Y TERAPÉUTICO	THE ROHO GROUP	\$ 6,032.00	MODULAR, VENTILACIÓN ADECUADA, FÁCIL DE LIMPIAR	ALTO COSTO, SE PUEDE PINCHAR, NO SOPORTA PACIENTES DE MAS DE 120 KG, NECESITA FUNDA		
COLCHÓN YHMED DE COMPRESIÓN ALTERNIA CON CELDAS TUBULARES	COLCHÓN ANTIESCARAS CELDAS TUBULARES	AIRE DINÁMICO CON AJUSTE DE PRESIÓN AUTOMÁTICA	INDIVIDUAL	NYLON ALTA CALIDAD TPU (POLIURETANO O TERMOPLÁSTICO)	TERAPÉUTICO	MEDICAL CENTER	\$ 3,189.00	ALTERNANCIA EN EL SOPORTE, MEJORA EL FLUJO SANGUINEO, FAVORECE LA CURACIÓN DE UPP	NO APTO PARA PERSONAS CON PESO MAYOR A 120 KG, UTILIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EXTREMO CUIDADO PARA NO PINCHAR, FUNDA		
COLCHÓN ROHO MATTRESS DE 4 SECCIONES	COLCHÓN NEOPRENO	TERAPÉUTICAS Y CURATIVAS	MATRIMONIAL	NEOPRENO ALTA TECNOLOGÍA	TERAPÉUTICO	THE ROHO GROUP	\$ 39,919.93	ALTERNANCIA EN EL SOPORTE, MEJORA EL FLUJO SANGUINEO, BRINDA CONFORT Y COMODIDAD	NO APTO PARA PERSONAS CON PESO MAYOR A 120 KG, UTILIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EXTREMO CUIDADO PARA NO PINCHAR, NECESITA FUNDA		
COLCHÓN TERAPÉUTICO PREMIUM AIR SOFT 5000	COLCHÓN DE PRESIÓN ALTERNIA	DISPERSIÓN DINÁMICA	INDIVIDUAL	CELDA DE NEOPRENO CON COVERTOR LAVABLE	PREVENTIVO TERAPÉUTICO	MERCADO LIBRE	\$ 3,400.00	ALTERNANCIA EN EL SOPORTE, MEJORA EL FLUJO SANGUINEO, FAVORECE LA CURACIÓN DE UPP	NO APTO PARA PERSONAS CON PESO MAYOR A 120 KG		
SUPERFICIES DINÁMICAS "B"		TIPO DE ÚLCERA GRADO IV									
CAMA DE LEVITACIÓN	CAMAS DE LEVITACIÓN	CIRCULACIÓN DE AIRE MICROESFERAS CERÁMICAS	INDIVIDUAL	ESFERAS CERÁMICAS - AIRE CALIENTE	TERAPÉUTICO	HILL-ROOM		ALTERNANCIA EN EL SOPORTE, MEJORA EL FLUJO SANGUINEO, FAVORECE LA CURACIÓN DE UPP	PRECIO ELEVADO NO APTO PARA PERSONAS CON PESO MAYOR A 120 KG		



## Capítulo 2

### 2 Planteamiento del problema

De acuerdo con estudios llevados a cabo en el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR), en el área de consulta externa de Rehabilitación Neurológica, en el período comprendido de marzo de 2005 a marzo de 2006, mediante la revisión de expedientes clínicos de pacientes ingresados y valorados en el servicio con diagnóstico de lesión medular, se revisaron 211 expedientes, de los cuales el 23.2% correspondieron a pacientes femeninos y el resto a pacientes masculinos.

La edad de las personas que presentan mayormente este tipo de lesiones oscila entre los 18 y 65 años, quienes tienen nivel de educación promedio de secundaria, pertenecen a un nivel socioeconómico bajo y cuya lesión medular fue causada por accidentes automovilísticos o caídas, representando más del 60% del total. Se estima que la lesión medular en México tiene una incidencia de 18.1 por millón de habitantes al año.

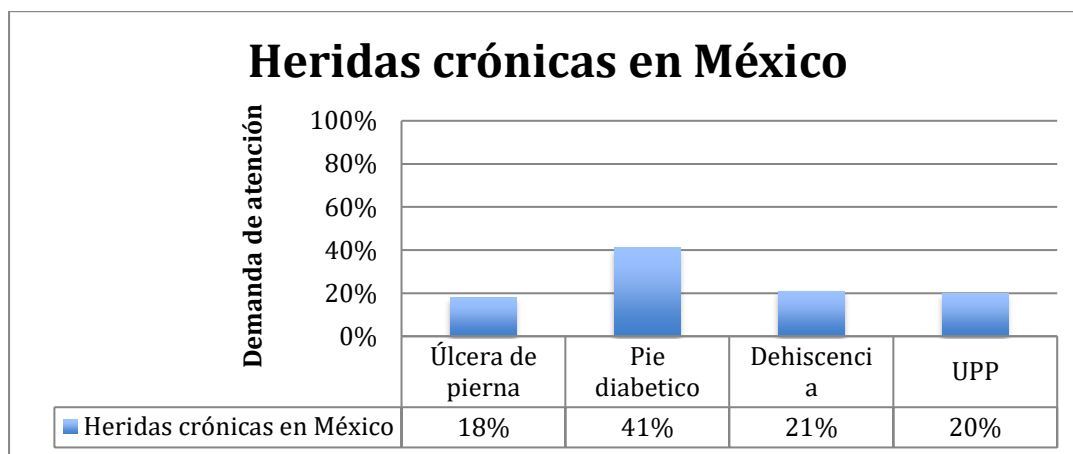
La falta o limitación en la movilidad de las personas, incluyendo aquéllas con lesión medular y que pasan mucho tiempo en posición decúbito, contribuye a incrementar el riesgo de generar úlceras por presión (UPP), según la ***Declaración de Río de Janeiro sobre la Prevención de las Úlceras por Presión como Derecho Universal (octubre 2011)***, éstas representan un grave problema de salud pública<sup>4</sup>.

De acuerdo con el primer estudio realizado en México acerca de la prevalencia de las UPP, éstas ocupan el tercer lugar de heridas crónicas<sup>5</sup>, ver gráfica 2.

---

<sup>4</sup> Fuente: Sociedad Ibero latinoamericana de Heridas y Úlceras (SILAHUE), Río de Janeiro octubre 2011.

<sup>5</sup> Fuente: Vela G, Aparicio A, Jiménez S, Rodríguez S. Estudio económico de la atención a las heridas crónicas en México 2013.

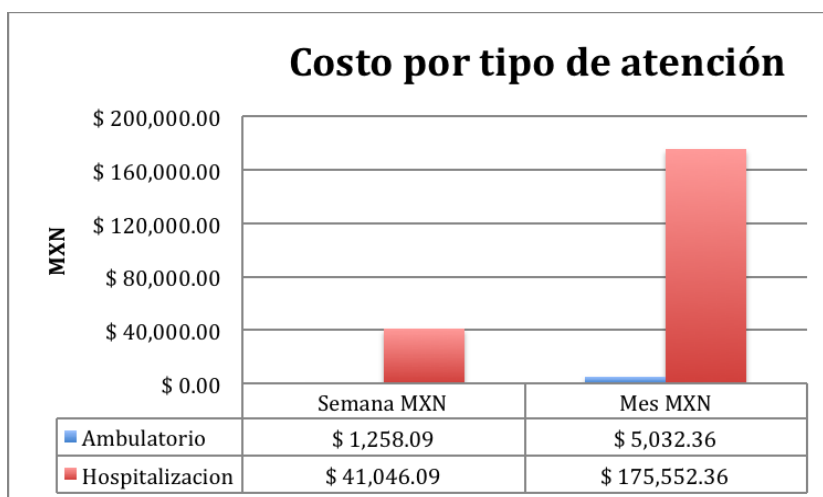


Gráfica 2 Prevalencia de las UPP de acuerdo con las heridas en la piel

De acuerdo con el mismo estudio, las UPP representan un alto costo para las instituciones de salud debido a:

- Una estancia hospitalaria prolongada
- Altos costos de atención a la salud
- Implicaciones éticas y legales

El **estudio nacional de prevalencia de UPP 2013**, nos dice que, en México, los costos estimados en la atención a las UPP, son los siguientes:



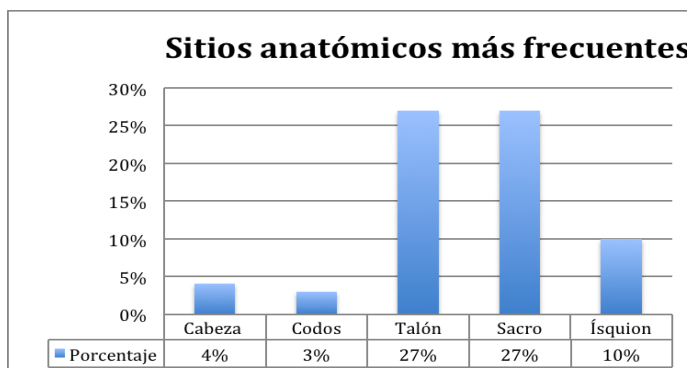
Gráfica 3 Costo por atención de las UPP al sector salud

\* Costo día estancia hospitalaria: \$5,684.00 MXN/00. Fuente: Diario Oficial de la Federación: Acuerdo ACDO.SA3.HCT.200313/65.PDF.201

Por otro lado, en el paciente la discapacidad representa:

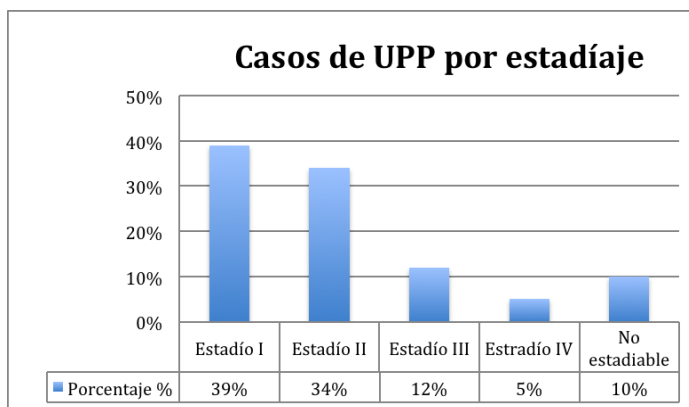
- Deterioro en su calidad de vida
- Aislamiento social
- Depresión
- En ocasiones la muerte

Dependiendo de la localización anatómica<sup>6</sup> los sitios más frecuentes para la generación de UPP son:



Gráfica 4 Prevalencia de las UPP de acuerdo con sitio anatómico

De acuerdo con su estadio el estudio nos arroja los siguientes datos:



Gráfica 5 Casos de UPP por estadio

Tomando en cuenta la información anterior, podemos decir que en México las UPP representan un grave problema de salud. Se generan en gran medida por sistemas de reposo inadecuados cuya vida útil es limitada, contribuyendo poco en la prevención de

<sup>6</sup> Vela AG. Magnitud del evento adverso. Úlceras por presión. Rev. Enfermería Instituto Mexicano del Seguro Social 2013;21 (1)

las mismas y, precisamente para poder desarrollar un mejor sistema de reposo (acojinamiento), es que se presenta este proyecto.

## **2.1 Preguntas de investigación**

1. ¿Cuáles son las consecuencias de un sistema de reposo inadecuado?
2. ¿Qué relación existe entre el grado de resiliencia y maleabilidad de los acojinamientos y la posibilidad de generar UPP?
3. ¿De qué manera ayudan los nuevos materiales generados a reducir la posibilidad de generar las UPP en personas con problemas de movilidad?
4. ¿Qué forma debe presentar el acojinamiento tal que pueda adecuarse tanto al sistema mecánico como al usuario?

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo general**

Diseñar un acojinamiento auxiliar en la prevención de úlceras por presión para personas parapléjicas o cuadripléjicas, y en general personas con problemas de movilidad, que se encuentran en posición decúbito durante largos periodos y que forme parte de un sistema integral de reposo.

### **2.2.2 Objetivos específicos**

- A través de una investigación observacional in situ, conocer las actividades realizadas como parte del cuidado del paciente.
- Identificar mediante la expedientación -derivada de experimentar con materiales como espuma de poliuretano, agua, harina de fécula de maíz, microesferas cerámicas y microesferas de poliestireno- el material idóneo para ser utilizado en el acojinamiento.
- Experimentar con los nuevos materiales en las diferentes regiones corporales.
- Desarrollar una superficie que distribuya de manera uniforme la presión ejercida por efecto de la gravedad en el cuerpo.

- Determinar, de acuerdo con los análisis realizados, si el material seleccionado permite distribuir mejor la presión corporal.
- Generar el acojinamiento a fin de ser evaluado y validado en una etapa posterior con usuarios reales.

## **2.3 Metodología**

La metodología implementada consistió en un proceso de investigación y experimentación para desarrollar un nuevo producto, que permita distribuir de manera más uniforme el peso corporal de personas con problemas de movilidad que se encuentran en posición decúbito por largos periodos, ayudando a disminuir la posibilidad de generar úlceras por presión (UPP). Para esto, se realizó una investigación de campo acerca de algunos productos existentes, auxiliares en la prevención de las UPP, de venta en tiendas especializadas en la Ciudad de México, a fin de analizar sus ventajas y desventajas. Esta investigación se complementó con investigación in situ en el Instituto Nacional de Rehabilitación (INR), así como en la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), también conocido como Conjunto Colonia, con el objetivo de conocer las actividades realizadas en los sistemas de reposo y recabar datos generales de los mismos.

Por otro lado, se realizó la consulta bibliográfica de los conceptos de discapacidad, así como de las generalidades de la piel y lo que son las UPP en libros de medicina especializados.

Para cumplir con los objetivos de esta tesis, las encuestas y consultas bibliográficas se complementaron con la investigación de carácter experimental, la cual tuvo como finalidad el desarrollo de una serie de nuevos materiales que fueron sometidos a diferentes pruebas; para ello se contó con el apoyo de ingenieros mecánicos, equipo de alta tecnología y las instalaciones del Laboratorio de Ensayos Mecánicos, en la UAM-Azcapotzalco.

Las pruebas realizadas tuvieron como propósito determinar cuál de estos nuevos materiales cumplía con los requerimientos necesarios para su utilización en el

desarrollo del acojinamiento propuesto; se buscó que este nuevo material permitiera una mejor distribución del peso corporal del usuario.

Por último, el acojinamiento desarrollado, producto de esta tesis, se entregó al área de Ingeniería Mecánica de la UAM- Azcapotzalco, con el fin de complementar el sistema multiposiciones, previamente desarrollado, y poder validar ambos, en una etapa posterior.

## 2.4 Justificación

En México no existen datos precisos acerca de los pacientes con lesión medular que desarrollan úlceras por presión, pero tomando en cuenta estadísticas de otros países<sup>7</sup> podemos decir que un 80% de pacientes con este tipo de lesión llegan a desarrollarlas durante su estancia en los hospitales, limitando su proceso de rehabilitación y provocando gastos al sector salud por su estancia prolongada generando, además, depresión en el paciente.

Esta investigación permitirá generar un sistema de acojinamiento mediante la aplicación de nuevos materiales, permitiendo que se reduzca la posibilidad de generar UPP en personas con problemas de movilidad.

La presión ejercida por las diferentes partes del cuerpo es variable, por lo que dicho acojinamiento ayudará a ampliar la superficie de contacto con respecto al cuerpo del paciente, esto, mediante la implementación de áreas estratégicas de soporte y con la utilización de diferentes texturas y materiales.

---

<sup>7</sup> En España se estima que un 6.2% de pacientes ingresados a hospitales sufre de úlceras por presión, de las cuales un 3.08% están infectadas. Fuente *EPINE 2011 (Estudio de Prevalencia de las Infecciones Nosocomiales en los Hospitales Españoles)*.

A pesar de que en Australia hay el consenso de que se pueden prevenir las úlceras por presión, hay una incidencia de entre un 3% y 30% en pacientes hospitalizados. (*Nixon 2006; Queensland Health 2008; Schuurman 2009*).

En Japón la media de prevalencia e incidencia de úlceras por presión fue de 9.6 y 1.9% mensual, respectivamente. *Prevalence and incidence of pressure ulcers in Japanese long-term-care hospitals, Archives of Gerontology and Geriatrics, Volume 56, Issue 1, January–February 2013, Pages 220-226, ISSN 0167-4943, <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2012.08.011>.*

### **2.4.1 Importancia del diseño industrial en apoyo a personas con discapacidad**

Despertar, levantarte de la cama, bañarte, comer, vestirse, manejar, entre otras, son actividades tan comunes para la mayoría de nosotros que no nos detenemos a pensar cómo las realizan las personas con discapacidad, muchas veces, su condición les impide llevar a cabo una o varias de ellas y en algunos casos ninguna actividad.

Con el proyecto que se realiza podemos visualizar la labor del diseñador industrial y su importancia en el desarrollo de objetos y ayudas técnicas para personas que pasan mucho tiempo en cama, podrá ayudar a mejorar la calidad de vida de este segmento de la población.

Es importante hacer notar que el acojinamiento forma parte de un sistema integral de reposo, que se encuentra en etapa de desarrollo en el área de ingeniería mecánica.

Para la realización del presente trabajo se contó con el valioso apoyo del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR), así como de la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), también conocido como Conjunto Colonia, ubicados en la Ciudad de México.

**No debemos olvidar que la prevención es el mejor método para evitar la generación de las UPP. La atención oportuna, multidisciplinaria e integral, junto con sistemas de reposo adecuados, reducen en gran medida la posibilidad de generarlas.**

### **2.5 Hipótesis**

Mediante el desarrollo de este acojinamiento, a partir de la generación de nuevos materiales, se permitirá una mejor distribución del peso corporal del usuario, logrando que un mayor número de puntos de apoyo compartan dicho peso y liberando la carga que las prominencias óseas deben soportar, así se reduce la posibilidad de generar úlceras por presión y se hace más eficiente el sistema de reposo.

### **2.6 Aportación al diseño**

A través de la exploración y experimentación con diferentes materiales, se definieron los criterios de diseño necesarios para generar un acojinamiento que permita a las

personas con problemas de movilidad reducir la posibilidad de generar UPP al estar acostados o sentados. El material del acojinamiento favorecerá la transpiración evitando la acumulación de humedad y la generación de bacterias, así como también, posibilitará la adecuada distribución del peso ejercido por las diferentes regiones del cuerpo.



## Capítulo 3

### 3 Desarrollo y proceso de la investigación

#### 3.1 Marco teórico

Hablar de discapacidad es un tema que ha generado numerosos debates ya que, aún hoy, no se ha definido del todo el concepto mismo. Se habla de igualdad, justicia social, marginación, participación; pero en la realidad poca importancia se da a estos aspectos. No es hasta hoy en día que se han tomado en cuenta, de forma seria y comprometida, las necesidades y el sentir de las personas afectadas, considerándose como una cuestión de derechos humanos. Debemos abogar por un trato igualitario, con las mismas oportunidades de desarrollo en educación, entretenimiento, de tipo laboral, de movilidad. De ahí la importancia que el diseñador tiene como creador de espacios, objetos y en general entornos, en los que las personas con discapacidad, por derecho, deben ser incluidas.

##### 3.1.1 Definiciones y Conceptos

###### ¿Qué es la discapacidad?

La Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (CIF) considera a la discapacidad como:

**Un problema de la persona a consecuencia de una enfermedad, trauma o condición de salud, que requiere de cuidados médicos prestados en forma de tratamiento individual por profesionales, dirigido a conseguir la cura o una mejor adaptación de la persona y un cambio en su conducta.**

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 1980, delimitó el significado y tipos de deficiencia, discapacidad y minusvalía, considerando no solo la enfermedad sino a las consecuencias de ésta en todos los aspectos de la vida de la persona.

Se pasó de una concepción inicial basada en el modelo médico: etiología-patología-manifestación, a una secuencia que abarca las consecuencias de la enfermedad y que se resume en enfermedad-deficiencia-discapacidad-minusvalía

Partiendo de esta base la OMS define como:

**Deficiencia**, toda pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica, que puede ser temporal o permanente y en principio solo afecta al órgano. Según la clasificación anterior las deficiencias podrán ser intelectuales, psicológicas, del lenguaje, del órgano de la audición, del órgano de la visión, vísceras, músculo esqueléticas, desfiguradoras, generalizadas, sensitivas y otras.

**Discapacidad** se refiere a la restricción para realizar alguna actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para cualquier ser humano, como consecuencia de una deficiencia. Tiene como características, insuficiencia o excesos en el desempeño y comportamiento en una actividad rutinaria y pueden ser temporales o permanentes, reversibles o irreversibles y progresivos o regresivos. Se clasifican en los siguientes grupos: de la conducta, de la comunicación, del cuidado personal, de la locomoción, de la disposición del cuerpo, de la destreza, de una determinada aptitud y otras restricciones de la actividad.

**Minusvalía** se considera toda situación desventajosa para una persona producto de una deficiencia o una discapacidad, que supone una limitación o un impedimento en el desempeño de un determinado rol en función de su edad, sexo, factores sociales y culturales. La desventaja surge del fracaso para interactuar o adaptarse a su entorno físico y social, debido a barreras físicas y arquitectónicas que impiden su acceso, a la escasa promoción de sus derechos, a las limitantes para acceder a una educación formal, entre otros. Las minusvalías podrán ser de orientación, de independencia física, de la movilidad, ocupacional, de integración social, de autosuficiencia económica y otras.

### **3.1.1.1 Tipos de Discapacidad**

El gobierno de la república a través de su portal<sup>8</sup> reconoce las siguientes discapacidades y su origen:

---

<sup>8</sup> CONAPRED, (n.d). *Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación*. [En línea]  
Available at: [http://www.conapred.org.mx/index.php?contenido=noticias&id=2230&id\\_opcion=&op=447](http://www.conapred.org.mx/index.php?contenido=noticias&id=2230&id_opcion=&op=447)  
[Último acceso: 10 Septiembre 2015].

- **Discapacidad física**

Se considera como la secuela de una afección en cualquier órgano o sistema corporal y que puede afectar los huesos, músculos y articulaciones.

- **Discapacidad intelectual**

Tiene como características, limitaciones significativas tanto en funcionamiento intelectual como en conducta adaptativa

- **Discapacidad mental**

Se refiere al deterioro de la funcionalidad y el comportamiento de una persona que es portadora de una disfunción mental y que es directamente proporcional a la severidad y cronicidad de una disfunción; son alteraciones o deficiencias en el sistema neuronal, que aunado a una sucesión de hechos que la persona no puede manejar, detonan una situación alterada de la realidad.

- **Discapacidad Psicosocial**

Toda restricción causada por el entorno social centrada en una deficiencia temporal o permanente de la psique debido a la falta de diagnóstico oportuno y tratamiento adecuado.

- **Discapacidad múltiple**

Cuando la persona presenta dos o más discapacidades pudiendo ser de tipo sensorial, físico, intelectual o mental.

- **Discapacidad sensorial**

Se refiere básicamente a la discapacidad auditiva y discapacidad visual.

- **Discapacidad auditiva**

Dificultad en la percepción de los sonidos externos.

- **Discapacidad visual**

Se refiere a toda deficiencia del sistema de la visión incluyendo las estructuras y funciones asociadas con él y que se traducen en una alteración de la agudeza visual, campo visual, motilidad ocular<sup>9</sup>, visión de los colores o profundidad.

### 3.1.1.2 Clasificación por la afección topográfica

Cuando se habla de afección topográfica nos referimos a la zona física en la que se encuentra el daño y el grado de lesión en el sistema nervioso, dependiendo de la afección el tipo de discapacidad se puede dividir en:

- a) Monoplejía o monoparesia, ***afecciones en un sólo miembro*** ya sea superior o inferior.
- b) Diplejía o diparesia, ***afección que se encuentra localizada*** más en la mitad de la parte inferior que la superior.
- c) Paraplejía o paraparesia, ***afección en miembros inferiores***.
- d) Hemiplejía o hemiparesia, ***la que se da a la mitad del cuerpo*** y pueden ser brazo y pierna derecha o izquierda.
- e) Triplejía o triparesia, ***cuando se afectan tres extremidades***, generalmente son las piernas y un brazo.
- f) Cuadriplejía, ***afección que comprende ambos brazos y ambas piernas***.

### 3.1.2 Características socioeconómicas a nivel mundial

De acuerdo con el informe mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS), sobre discapacidad, más de mil millones de personas viven con algún tipo de discapacidad, de ellas 200 millones tienen dificultades considerables en su funcionamiento; estas cifras tienden a incrementarse de manera drástica debido al envejecimiento de la población y al incremento de enfermedades crónicas como la diabetes, el cáncer, los trastornos mentales y enfermedades cardiovasculares.

Según este informe, las personas con discapacidad, aun con la entrada en vigor de la Convención de Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad en mayo del 2006, siguen teniendo bajos resultados académicos, menor participación

---

<sup>9</sup> La motilidad ocular mide el movimiento espontáneo y coordinado de los ojos, detectando las posibles desviaciones en el paralelismo binocular (estrabismo o heterotropía) y permite diagnosticar el déficit de convergencia, la ambliopía (ojo vago) o la diplopía (visión doble). Fuente: <http://www.cmrn.cat/es/procedimientos/motilidad>.

económica y las tasas de pobreza más altas a nivel mundial en comparación con personas sin discapacidad.

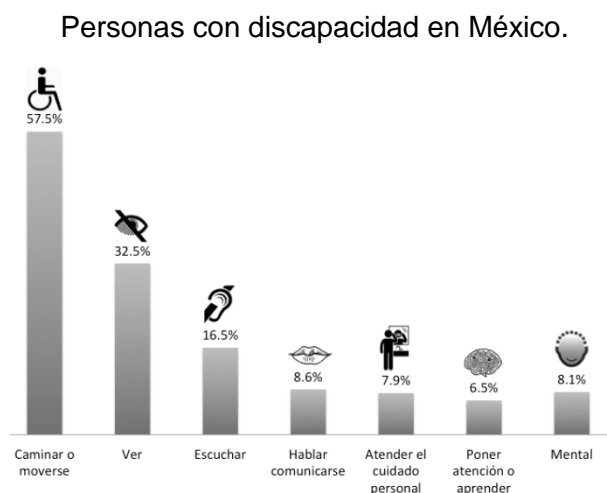
A la falta de oportunidad de poder incorporarse a un empleo estable, se suma la falta de infraestructura en espacios públicos y privados (transporte, mobiliario urbano, información, entre otros) y que se traduce en una barrera adicional para su integración, que se exagera mucho más en las comunidades menos favorecidas.

Como parte de la investigación me permito presentar algunos datos estadísticos a fin de entender la situación de la discapacidad en nuestro país.

### 3.1.2.1 Algunos datos estadísticos sobre discapacidad en México

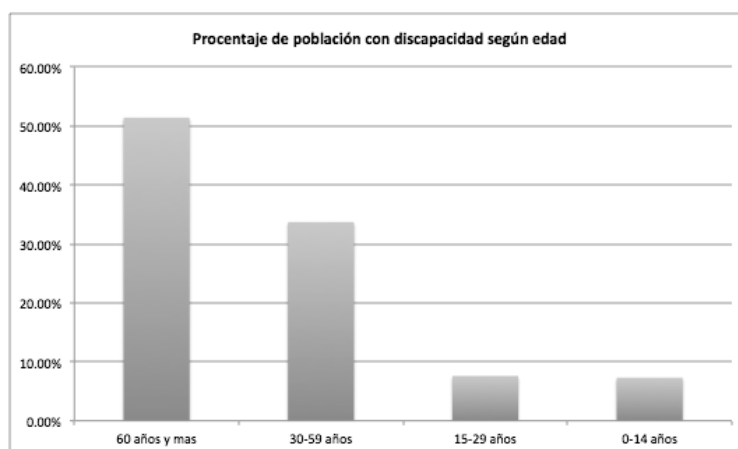
Según cifras de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2012, en el país existen 31.5 millones de hogares, de ellos 6.1 millones reportan que existe al menos una persona con discapacidad; es decir, en 19 de cada 100 hogares vive una persona que presenta alguna dificultad para realizar alguna de las actividades: caminar, ver, escuchar, hablar o comunicarse, poner atención, aprender, atender el cuidado personal y mental, lo que representa el 6.6 % de la población, de los cuales el 47.7% son hombres y el 52.3% son mujeres.

De acuerdo con estas cifras el 57.5% de dicha población, tiene discapacidad motriz, es decir, presenta alguna dificultad para caminar o moverse (ver gráfica 6).



Gráfica 6 Discapacidad, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares 2012 (ENIGH 2012)

Según la ENIGH 2012 la mayoría de las personas que presentan alguna discapacidad son adultos mayores de 60 años y más (51.4%), seguido de adultos entre 30 y 59 años (33.7%), los jóvenes de 15 a 29 años (7.6%) y, los niños de 0 a 14 años (7.3%), es decir que ocho de cada diez personas con discapacidad son mayores de 29 años y se encuentran en plena etapa productiva, como se muestra en la gráfica 7.



Gráfica 7 Discapacidad de acuerdo con la edad (ENIGH 2012)

Es importante señalar que, según cifras de CONADIS 2010 (Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad), tres de cada diez personas con discapacidad tienen problemas para valerse por sí mismas.

También menciona que una cuarta parte de esta población tiene gran dificultad para vestirse, bañarse, etc., es decir, no son autosuficientes, por lo tanto, la necesidad de utilizar alguna ayuda técnica, como la silla de ruedas o pasar mucho tiempo acostados, es inminente.

### **3.1.2.2 Úlceras por presión, factor de riesgo para personas con discapacidad motriz**

Las personas con lesión medular, específicamente parapléjicas o cuadripléjicas, al pasar tanto tiempo acostadas o sentadas, presentan serios problemas de UPP, de acuerdo con la Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación (Volumen 19 número 1, enero-marzo 2007), las úlceras por presión son la complicación crónica más frecuente en pacientes con lesión medular, superando el 60% del total de los pacientes. Los pacientes con este tipo de discapacidad presentan una baja en sus mecanismos de defensa, acompañada o no de trastornos tróficos en la piel, es decir su piel se adelgaza

y pierden masa muscular subcutánea, lo que incrementa el efecto nocivo de la presión ejercida.

Aunado a esto las superficies donde se sienta o acuesta al paciente son en su mayoría inadecuadas<sup>10</sup> y lejos de ayudar a la recuperación del paciente, minan aún más su calidad de vida.

A continuación, se describen brevemente algunos problemas por la falta de movilidad.

### **3.1.3 Problemas generados por la falta de movilidad**

El ser humano, por naturaleza, está dotado de un sistema esquelético muscular que le permite estar en movimiento. Los pacientes con lesión medular (paraplejia o cuadriplejia) presentan una serie de complicaciones que afectan a los órganos que se encuentran por debajo del nivel de la lesión.

Las complicaciones a largo plazo van desde:

- Afectaciones al aparato locomotor debido a problemas posturales en la silla de ruedas (fracturas que pueden llevar a la anquilosis, osificaciones para-articulares, fracturas patológicas debidas a la osteoporosis por inmovilidad).
- Espasticidad (trastorno en el sistema nervioso en donde algunos músculos se mantienen permanentemente contraídos, interfiriendo en distintos movimientos y funciones del organismo).
- Úlceras por presión provocadas por la inmovilidad (existe ausencia de dolor y disminución de tejidos blandos).
- Pérdida de masa muscular, generando una atrofia y debilidad muscular (Sarcopenia).
- Disreflexia autonómica (lesiones agudas donde se presenta una desregulación del sistema nervioso vegetativo, provocándole taquicardia y elevación de presión arterial).

Así como también:

---

<sup>10</sup> González Consuegra Renata, C. M. D., (n.d). *Prevalencia de úlceras por presión en Colombia: informe preliminar*. [En línea] Available at: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/viewFile/43004/50099> [Último acceso: 28 Noviembre 2015].

- Alteraciones en la circulación facilitando la aparición de trombosis venosas, tromboflebitis y embolias pulmonares.
- Complicaciones urológicas (vejiga neurógena, infecciones del tracto urinario, reflujo vesicouretral, fístulas y divertículos).
- Problemas gastrointestinales (estreñimiento, incontinencia fecal).
- Deterioro neurológico progresivo.
- Trastornos respiratorios, mala ventilación pulmonar con retención de secreciones y predisposición a las infecciones respiratorias.
- Problemas articulares como osteoporosis, artritis, reuma, etc.
- Trastorno de la reproducción y la sexualidad.

Uno de los daños más comunes por falta de movilidad, y que se consideran como un problema de salud pública, son las úlceras por presión. Para entender a fondo qué son y cómo se desarrollan, es necesario conocer algunos aspectos generales de la piel humana.

#### **3.1.4 Aspectos generales de la piel**

La piel es el órgano más extenso del ser humano, y está formado por diferentes tipos de tejidos con diferentes funciones; el grosor de estos tejidos oscila entre 0.5 a 4mm dependiendo su localización. El tejido más grueso se encuentra en la palma de las manos y en las plantas de los pies.

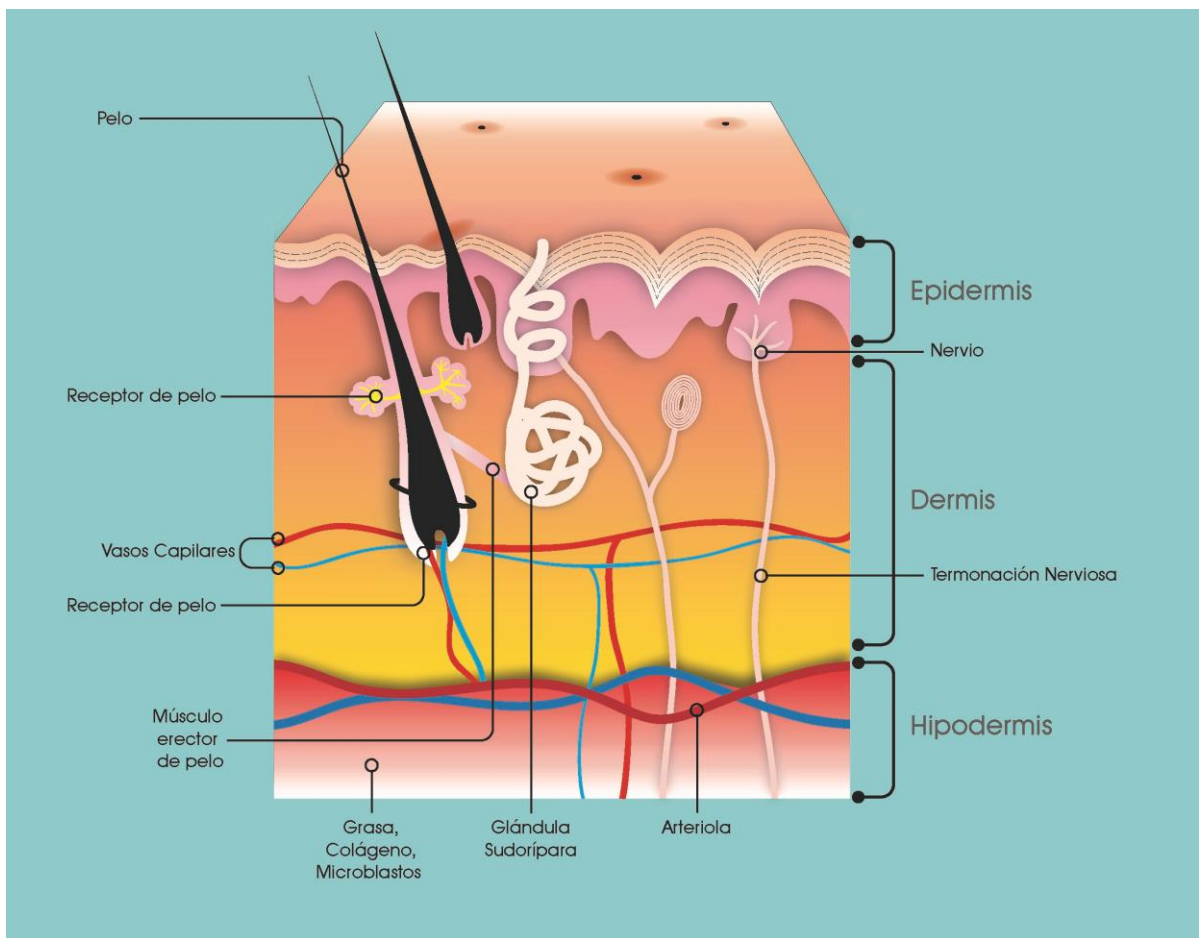
La función principal de estos tejidos es la de proteger al organismo de agresores físicos, biológicos o químicos, así como también, formar una barrera entre el interior y exterior del mismo. No menos importante es la función reguladora de la temperatura corporal, su función somato sensitiva<sup>11</sup> y síntesis de vitamina D.

La anatomía de la piel está constituida por 3 capas principales: la epidermis, la dermis y el tejido subcutáneo, como se muestra en el esquema 8.

---

<sup>11</sup>Se refiere a la sensibilidad por contacto con el exterior de nuestra superficie corporal, el tacto y la sensibilidad de nuestro propio cuerpo. (Jones y Lederman 2006)





Esquema 8 Anatomía de la piel

	Localización	Capas	Características	Función
Epidermis	Capa superficial de la piel	Estrato córneo, lúcido, granuloso, espinoso y basal.	Contiene cuatro tipos de células: queratinocitos, melanocitos, células merkel y células de Lagerhans	Barrera del cuerpo al medio ambiente
Dermis	Capa media del piel	Papilar y reticular	Separa la epidermis de la capa de grasa subcutánea. Sirve de sostén de la epidermis. Se extienden los vasos sanguíneos que nutren la piel y las terminaciones nerviosas	Intercambio de metabolitos entre la sangre y el tejido. Protección contra infecciones, reparación de lesiones. Evita mitosis epidérmica, evitando carcinomas
Hipodermis	Es la capa de tejido subcutáneo		Formada por adipocitos que producen y almacenan grasa	Reserva de energía

Esquema 9 Características y función de la piel

### **3.1.5 Úlceras por presión (UPP)**

#### **3.1.5.1 Definición y conceptos**

Las úlceras por presión, también denominadas escaras, ampollas, úlceras de cama, úlceras de piel, úlceras de decúbito son heridas de la piel que se generan al soportar una presión externa por la presión continua sobre las prominencias óseas, es decir, se generan esfuerzos localizados que comprimen y deforman los tejidos, impidiendo la correcta circulación sanguínea y nutrición de los mismos.

Los cambios en la forma del tejido blando provocan la oclusión<sup>12</sup> de las venas y vasos linfáticos estimulando las terminaciones nerviosas, generando una isquemia<sup>13</sup> y posteriormente heridas que evolucionan hacia la necrosis<sup>14</sup> o hacia la ulceración, independientemente de la posición en la que se encuentre el paciente. No solamente las personas con estancias prolongadas en cama son susceptibles de desarrollar esta complicación, también lo son personas que pasan mucho tiempo sentadas.

#### **3.1.5.2 Etiopatogenia de las úlceras por presión**

Las úlceras por presión son generadas por dos fuerzas: una cortante que actúa paralela a la piel, por ejemplo, cuando se mueve al paciente ya sea para asearlo, rotarlo o trasladarlo de una camilla a otra, es decir, existe una fricción paralela y opuesta al cuerpo del paciente (Esquema 10).

---

<sup>12</sup> Fem. Cierre o estrechamiento que impide o dificulta el paso de un fluido por una vía o conducto del organismo. Fuente: Real Academia Española (RAE)

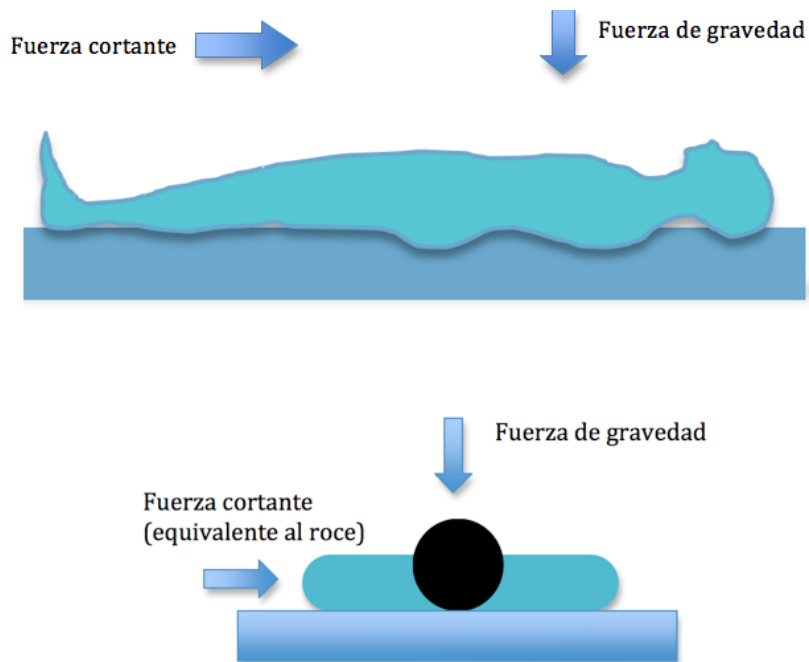
<sup>13</sup> f. lesión celular causada por la disminución transitoria o permanente del aporte sanguíneo y consecuente disminución del aporte de oxígeno, de nutrientes y la eliminación de productos del metabolismo. En línea] Available at: <http://www.diccionariomedico.net/diccionario-terminos> [Último acceso: 28 Noviembre 2015].

<sup>14</sup> f. muerte celular. Muerte de un conjunto de células, un tejido, órgano o un área del organismo. En línea] Available at: <http://www.diccionariomedico.net/diccionario-terminos> [Último acceso: 28 Noviembre 2015].



Esquema 10 Fuerza de fricción que interviene en la generación de las UPP

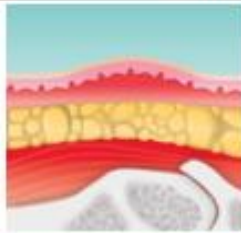

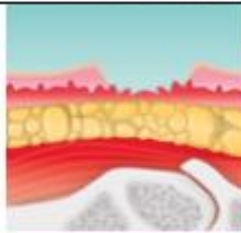





La segunda es la fuerza de gravedad que se ejerce sobre el cuerpo del paciente, siendo una presión continua que recae en las protuberancias óseas, es decir, una fuerza que actúa perpendicular a la piel, como se aprecia en la siguiente imagen (ver esquema 11).



Esquema 11 Fuerza de gravedad y cortante

### 3.1.5.3 Clasificación de las úlceras por presión

De acuerdo con sus características y gravedad, las úlceras por presión se clasifican en diferentes etapas (ver esquema 12).

CLASIFICACIÓN DE LAS ÚLCERAS POR PRESIÓN	CARACTERÍSTICAS	APARIENCIA	
ETAPA I FASE DE ERITEMIA	Enrojecimiento persistente, punto de alarma, fase reversible con profilaxis		
ETAPA II FASE DE DESPIDERMIZACIÓN	Flictena: desprendimiento de la epidermis, erosión epidérmica o crater superficial		
ETAPA III PLACA DE NECROSIS Y ULCERACIÓN	Perdida del grosor de la piel, con lesión o necrosis en el tejido subcutáneo. La lesión presenta un aspecto de crater que puede o no socavar el tejido adyacente		
ETAPA IV	Más severa, existen niveles más profundos de lesión, pérdida total de la piel, daño en el músculo, hueso o elementos de sosten		

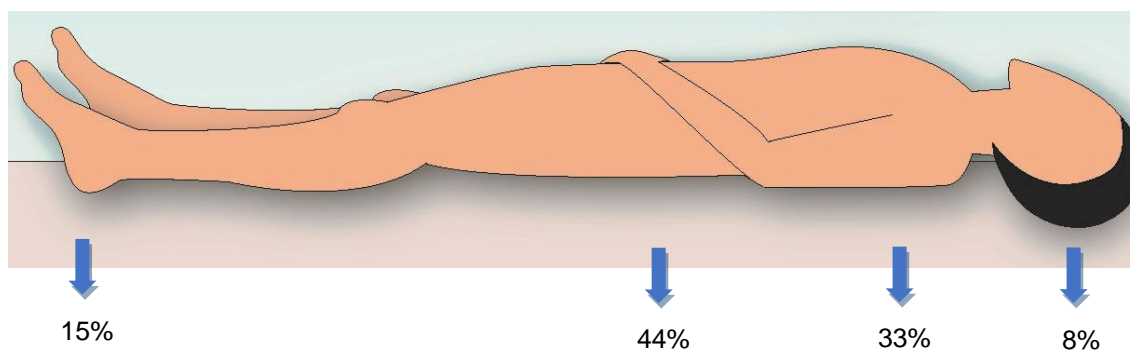
Esquema 12 Clasificación y características de las UPP

#### 3.1.5.4 Localización de las úlceras por presión

Existen áreas del cuerpo más susceptibles a generar las úlceras, ya que es en éstas donde se concentra la mayor cantidad de peso corporal (ver esquema 13).

Esta distribución de peso corporal se da de la siguiente manera:

- 44% corresponde a la cadera, contemplando el sacro, los trocánteres y los genitales.
- 15% corresponde al área de los talones y pantorrillas.
- 33% corresponde a los omóplatos
- 8% corresponde a la cabeza, como se muestra en el siguiente esquema.

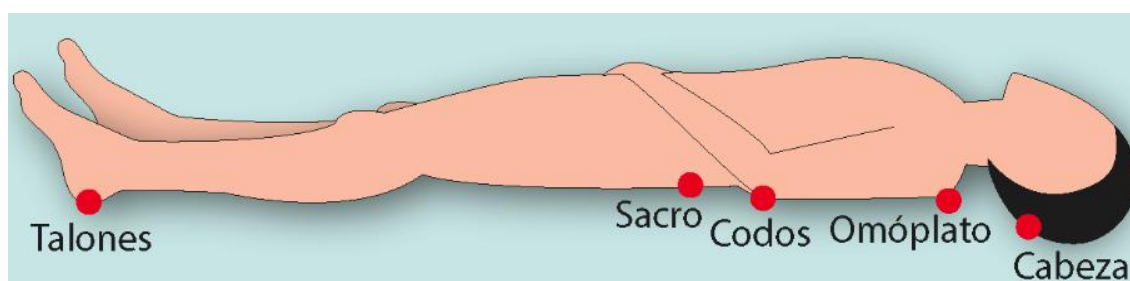


Esquema 13 Concentración de peso en posición decúbito

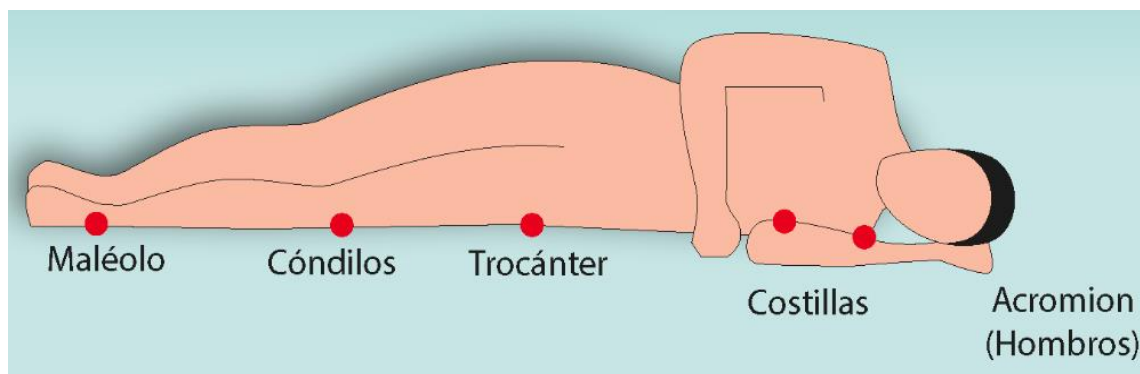
De acuerdo con especialistas, la generación de úlceras por presión se da principalmente en personas mayores a 70 años, que han sido operados por una fractura de cadera, y en pacientes con daño en la médula espinal.

Según la posición en la que reposa el paciente, podemos encontrar puntos más susceptibles a desarrollarlas (ver esquema 14).

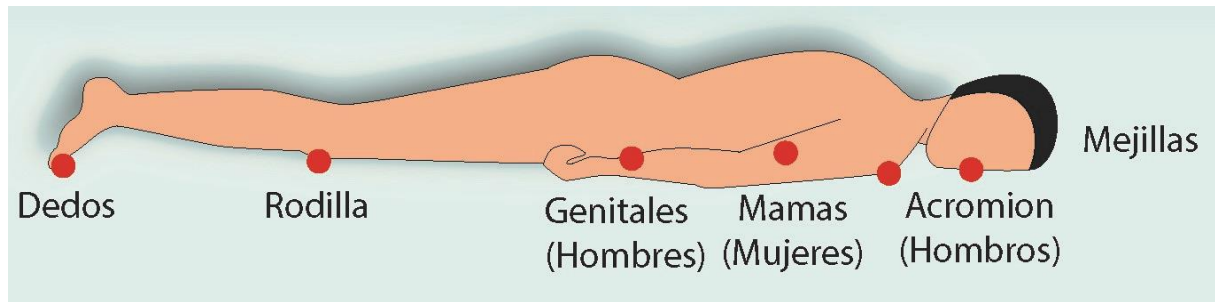
#### Decúbito dorsal



#### Decúbito lateral

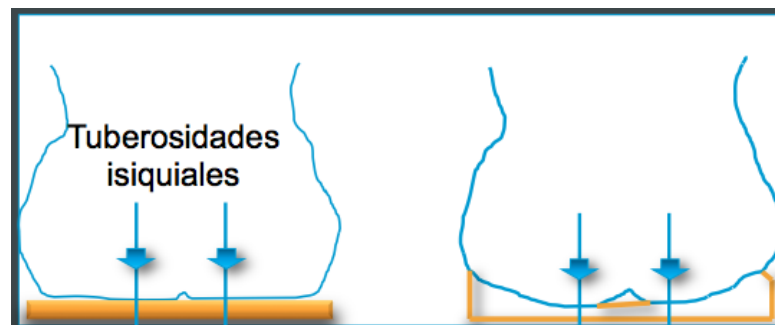


## Decúbito prono



Esquema 14 Áreas propensas a generar úlceras por presión

Las personas que por su condición pasan mucho tiempo sentadas, por ejemplo, en silla de ruedas, tienden a generar UPP en el área de las nalgas, ya que es en esta parte donde se sitúan las tuberosidades isquiales, esta área soporta de un 70 a 75% del peso corporal de la persona (ver esquema 15).



Esquema 15 Efecto hamaca

En general las áreas con poca grasa y músculo, ubicadas sobre las prominencias óseas, son sitios comunes para la generación de UPP.

El problema de las úlceras resulta sumamente importante, ya que se ha comprobado que aumenta la mortalidad y la morbilidad, empeora la calidad de vida y alarga la estadía de internación de cualquier paciente hospitalario, aumentando los costos de salud; por eso considero importante conocer los factores que contribuyen a generarlas.

### 3.1.5.5 Factores que contribuyen a la generación de UPP

Los factores que contribuyen a la generación de UPP se concentran en cuatro grandes grupos:

➤ **Fisiopatológicos:**

**Lesiones cutáneas:** edema, resequedad de piel, falta de elasticidad, fragilidad.

**Trastorno en el transporte de oxígeno:** trastornos vasculares periféricos, estasis venosa, trastornos cardiopulmonares.

**Deficiencias nutricionales:** disminución de la capa de grasa subcutánea, pérdida de masa magra o muscular, desnutrición, obesidad, deshidratación.

**Trastornos inmunológicos:** cáncer, infección generalizada o localizada.

**Deficiencias motoras:** paresia, parálisis.

**Deficiencias sensoriales:** pérdida de sensación.

➤ **Derivados del tratamiento:**

**Inmovilidad impuesta:** resultado de determinadas alternativas terapéuticas. Por ejemplo, en lesiones óseas (fracturas de fémur y pelvis).

**Tratamientos o fármacos inmunosupresores:** en especial corticoides, que disminuyen la respuesta inmunológica general y producen atrofia cutánea.

**Sedantes:** ya que en el paciente disminuye la movilidad y la respuesta al dolor.

**Sondajes y vías vasculares:** los pacientes y familiares, por miedo a que se salgan estos dispositivos, disminuyen la movilidad en cama.

➤ **Situacionales:**

**Inmovilidad:** el síndrome de inmovilidad, secundario a diferentes situaciones patológicas (enfermedades de escamamiento u hospitalización). También en pacientes que tienen que pasar mucho tiempo sentados en silla de ruedas o que no pueden levantarse por sí mismos.

**Por efecto del roce:** tanto de la ropa como de otros objetos.

➤ **Derivados del entorno:**

**Falta de educación sanitaria:** de los cuidadores de pacientes dependientes, cambios poco frecuentes de posición, pañal demasiado tiempo húmedo, falta de higiene de la superficie de reposo, descuido en la higiene del propio paciente, entre otros.

**Colchones o asientos demasiado duros o cojines demasiado blandos:** elementos fáciles de aplastar, pierden consistencia o, por el contrario, hechos de materiales demasiado rígidos.

**Praxis deficiente:** por parte de los equipos sanitarios.

### **3.1.5.6 Tratamiento de las úlceras por presión**

El tratamiento deberá ser integral, y en él participará un equipo multidisciplinario de salud tanto en pacientes que tienen alto riesgo de desarrollar úlceras como en aquellos que ya las presentan. Es importante señalar que antes de iniciar cualquier tratamiento, es indispensable valorar de manera global al paciente y no concentrarse únicamente en las úlceras por presión.

Se debe tomar en cuenta, además de su estado físico, aspectos como su estado mental, psicológico, económico y social. Es indispensable prestar especial atención a los factores de riesgo que favorecen el desarrollo de las UPP: la inmovilidad, incontinencia, trastornos de la nutrición, alteración del estado de conciencia, presencia de enfermedades que interfieren en la cicatrización, trastornos cardiovasculares, respiratorios, metabólicos, neoplasias, inmunológicos, tabaquismo, alcoholismo o ingesta de fármacos.

### **3.1.5.7 Prevención de las úlceras por presión**

Como hemos mencionado anteriormente, la prevención es el mejor medio para evitar la generación de las UPP, para esto se requiere de una serie de valoraciones con el fin de determinar si el paciente es o no proclive a desarrollarlas, por lo que se describen a continuación.

#### **3.1.5.7.1 Valoración nutricional**

Este tipo de valoración tiene la finalidad de asegurar que el paciente reciba los nutrientes necesarios, para evitar el desarrollo de las úlceras por presión y favorecer su cicatrización.

La presencia de una UPP es un indicador absoluto de desnutrición, algunos autores nos indican que el estadio de una úlcera es inversamente proporcional a la gravedad del



déficit nutricional<sup>15</sup>, sobre todo, si el déficit nutricional se caracteriza por carencia de proteínas.

Un especialista deberá calcular los requerimientos nutricionales del enfermo, y determinar si la ingesta de nutrientes es suficiente para satisfacer sus necesidades corporales, aun cuando el paciente presente una apariencia sana, debe realizarse esta valoración a fin de detectar precozmente algún problema de desnutrición, y otorgar a los pacientes los nutrientes necesarios para evitar el desarrollo de las úlceras y favorecer, si es el caso, su cicatrización.

#### **3.1.5.7.2 Valoración del dolor**

El dolor se encuentra presente en la mayoría de las úlceras por presión y es el resultado de la combinación de dos tipos de dolor:

- El nociceptivo, provocado por la lesión tisular, y
- El dolor neuropático, causado por el daño al tejido nervioso periférico en la zona de la herida.

El dolor disminuye la calidad de vida del paciente y cuando es intenso puede traer consigo graves repercusiones físicas y psicológicas, en pacientes con cuádruplejia o paraplejia; esta valoración se complica debido a la falta de sensibilidad en estas áreas.

#### **3.1.5.7.3 Valoración de la humedad**

La incontinencia urinaria, así como la incontinencia fecal, o ambas, están estrechamente relacionadas con las generaciones de úlceras por presión y se les considera un importante factor de riesgo. Se debe tratar la causa que origina estos problemas con la participación de un equipo multidisciplinario de médicos, enfermeras, familiares y en general las personas que están al cuidado de la persona. Se debe proteger la piel de la humedad que provoca estos problemas, si el paciente usa pañal, debe cambiarse inmediatamente después de un evento de incontinencia, ya que de no hacerlo se concentra la humedad y el efecto irritante en la piel. Se recomienda el uso de colectores de orina o sondas vesicales en el caso de las mujeres.

---

<sup>15</sup> Little MO. Nutrition and skin ulcers.Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2013;16:39-43

### **3.1.5.8 Tratamientos de la inmovilidad**

Establecer un plan de rehabilitación temprana es indispensable como ayuda en el mejoramiento de la movilidad y actividad del paciente. Es recomendable hacer un plan de cambios posturales de manera individualizada, se sugiere que estos cambios posturales sean cuando menos cada 2 horas siguiendo una rotación programada. En pacientes en sillas de ruedas se recomienda que estos cambios sean cada hora, en pacientes con cierto grado de movilidad se le debe enseñar a movilizarse cada 15 minutos. Otras recomendaciones son:

- Mantener la alineación de los segmentos corporales y se debe distribuir el peso y equilibrio.
- Mantener la cabecera de la cama con el menor grado de elevación.
- Evitar colocar a los pacientes sobre alguna úlcera previa.
- Evitar el contacto de las prominencias óseas entre sí.
- Evitar las fuerzas de fricción y cizallamiento, evitando jalar al paciente de los hombros para reacomodarlo en su cama, se recomienda el uso de alguna sábana clínica (sábana de quitina<sup>16</sup>), o el uso de grúas mecánicas para este fin.
- Cuando se coloque al paciente en posición decúbito lateral, la posición del paciente no deberá rebasar los 30 grados.
- La ropa de cama deberá estar perfectamente extendida, sin arrugas y libre de cualquier cuerpo extraño.
- Evitar la humedad.

### **3.1.5.9 Cambios posturales para prevenir úlceras por presión**

#### **Decúbito supino**

Procedimiento:

- ✓ Colocar brazos paralelos al cuerpo y un poco separados.

---

<sup>16</sup> La quitina es una sustancia formada por el caparazón de determinados crustáceos y moluscos. La empresa AZNAR TEXTIL junto con AITEX (Instituto Tecnológico Textil), ha desarrollado una sábana con este material y que ha demostrado ser un auxiliar eficiente en la prevención y cicatrización de las UPP. El hospital general de Valencia fue el encargado de evaluar dicho producto. Fuente: aitex.es

- ✓ Las piernas deberán estar un poco separadas evitando que se giren a los lados.
- ✓ Apoyo bajo las pantorrillas, utilizando cojines.
- ✓ Apoyo en la planta del pie y talones, utilizando cojines.



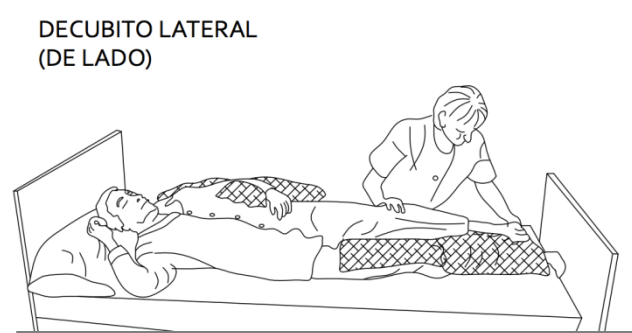
Esquema 16 Posición decúbito supino

### **Decúbito lateral**

Procedimiento:

- ✓ Asegurar que la cabeza y el cuello se apoyen sobre la almohada.
- ✓ Los brazos deberán estar ligeramente flexionados.
- ✓ El brazo que queda más arriba debe apoyarse sobre un cojín.
- ✓ Se saca, ligeramente, el hombro que queda en la parte de abajo para que no caiga todo el peso del cuerpo sobre éste.
- ✓ Colocar una almohada en la espalda.

Las piernas deberán estar semiflexionadas colocando un cojín entre ellas.



Esquema 17 Posición decúbito lateral

### **Decúbito prono (boca abajo)**

Procedimiento:

- ✓ La cabeza debe quedar de lado o directamente sobre la cama o sobre una almohada pequeña.
- ✓ Girar de decúbito lateral y colocar un cojín a cada lado de la cadera.
- ✓ Los brazos pueden estar doblados o estirados.

- ✓ Colocar bajo las piernas un cojín.



Esquema 18 Posición decúbito prono (no recomendable, debe ser autorizada por el médico)

### **3.1.5.10 Método: Actividades realizadas en el cuidado del paciente hospitalario**

Parte esencial de la investigación fue la visita a los servicios donde se atiende a pacientes con lesión medular, específicamente la Unidad de Medicina Física y Rehabilitación Centro del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), ubicado en la Colonia Cuauhtémoc, Ciudad de México, así como en los hogares de algunos pacientes.

El objetivo primordial de estas observaciones fue conocer como llevan a cabo sus actividades cotidianas paciente-personal que lo atiende, llámese familiar, médico, enfermera o camillero, y evaluar de qué manera ayudan o no los sistemas de reposo en la atención y recuperación del mismo.

Por las características de la investigación y privacidad de los pacientes, se consideraron únicamente sujetos con las características que se describen a continuación.

#### **3.1.5.10.1 Sujetos primarios de estudio**

La investigación se enfocó a analizar las actividades que se realizan con los pacientes con estadios grado I y II, debido a que el acojinamiento será para prevenir las úlceras y no para tratarlas.

Las características de los pacientes fueron las siguientes:

- ✓ Pacientes hombres y mujeres mayores de 18 años.

- ✓ Personas que aceptaron participar voluntariamente firmando un consentimiento informado o, en su caso, el familiar que lo atiende.
- ✓ En el caso del hospital, pacientes de reciente ingreso.
- ✓ Pacientes que presentaban úlceras por presión grado I y II únicamente.

No se tomaron en cuenta pacientes con las siguientes características:

- ✓ Pacientes menores de edad.
- ✓ Pacientes con úlceras por presión grados III y IV.
- ✓ Pacientes que a criterio del médico no deberían valorarse.

### **3.1.5.11 Procedimiento**

Es importante mencionar que fue difícil tener acceso a este tipo de hospitales, debido a las medidas de seguridad que prevalecen en ellos, así como el control y privacidad que los pacientes y familiares demandan debido a su estado.

Una vez cumplidos los protocolos requeridos por el hospital y dado el consentimiento de las personas alrededor de los pacientes, para realizar el análisis observacional, todo fluyó de manera positiva y cordial, se contó en todo momento con el apoyo de los médicos y familiares.

#### **3.1.5.11.1 Análisis ergonómico del personal que atiende al paciente (familiar, médicos y enfermeras)**

##### **3.1.5.11.1.1 Aspectos biológicos**

#### **Actividad física general**

- El trabajo implica frecuentes movimientos (levantar, jalar, flexionar).
- Exigencia cardiorrespiratoria de ligera a moderada.
- Se exige la aplicación de fuerza muscular.

#### **Manipulación manual de cargas (MMC)**

- Se requiere girar, levantar, transportar.
- Peso de carga de 40-120 kg.
- Distancia horizontal de 25-40 cm con respecto al paciente.
- La carga se realiza a nivel de cintura.
- Se puede reducir el esfuerzo con ayudas (sábana, cojines, toallas).

### **Postura de trabajo**

- Trabajo con los brazos levantados por abajo del hombro.
- Demanda de fuerza de regular a media.
- Espalda ligeramente inclinada.
- La posición del paciente genera una posición forzada.

#### **3.1.5.11.1.2 Aspectos técnicos**

### **Especialización**

- La asignación de trabajo es específica.
- Las herramientas y los métodos son especiales para el propósito de la tarea.
- El personal desempeña múltiples tareas.

### **Habilidades requeridas**

- Se requieren conocimientos y habilidades especializados.
- Se requiere cierta información y entrenamiento previo.

### **Medio ambiente de trabajo**

- Ruido: no es molesto y se puede hacer una correcta comunicación verbal.
- Clima: es confortable y tiene ventilación adecuada.
- Iluminación: es adecuada y uniforme.

### **Organización del tiempo de trabajo**

- La rotación del paciente se realiza de día con intervalos de máximo 2 horas.
- La rotación del paciente se realiza de noche con intervalos de 4 horas (puede reducirse el tiempo según el estado del paciente).

#### **3.1.5.11.1.3 Aspecto psicosocial**

- El trabajo permite cierta autonomía (no hay tiempo riguroso para la actividad).
- En ocasiones el personal es insuficiente para realizar la tarea (se genera estrés).
- Requiere capacitación.

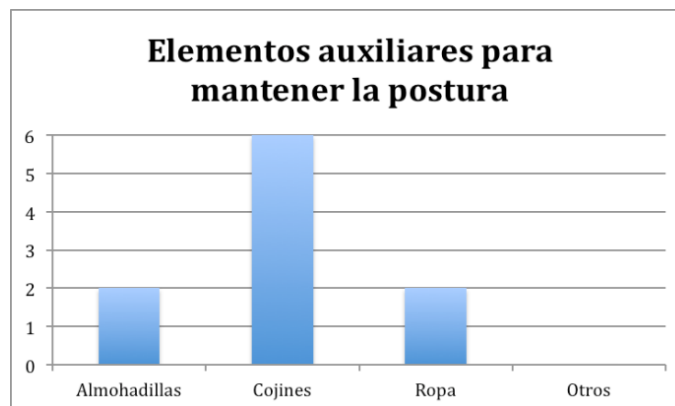
#### **3.1.5.11.2 Otros datos**

Como complemento al análisis observacional de las actividades realizadas en el área de reposo, se realizaron una serie de encuestas a fin de:

- Obtener datos generales de los acojinamientos y determinar la importancia de los mismos en el deterioro o recuperación del estado de salud de los pacientes.
- Conocer las características de los acojinamientos utilizados en el sistema de salud público.
- Determinar qué áreas son proclives a generar UPP a causa de un inadecuado acojinamiento.
- Conocer las actividades que se realizan todos los días como parte de la atención a la persona con problemas de movilidad, por ejemplo: alimentación, aseo tanto del paciente como de la superficie donde está acostado o sentado, terapia, revisiones médicas e indagar si se requiere de elementos auxiliares como apoyo para favorecer la adecuada postura del paciente.

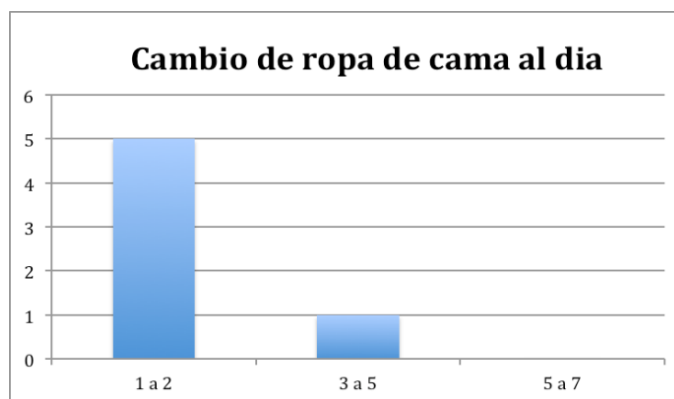
- Resultados

De acuerdo con el estudio observacional realizado podemos mencionar que los cojines ocupan el primer lugar como elementos auxiliares en el cambio de postura de los pacientes, esto con la finalidad de liberar zonas de presión, seguido de almohadillas de tipo comercial o improvisadas, ver gráfica 8.



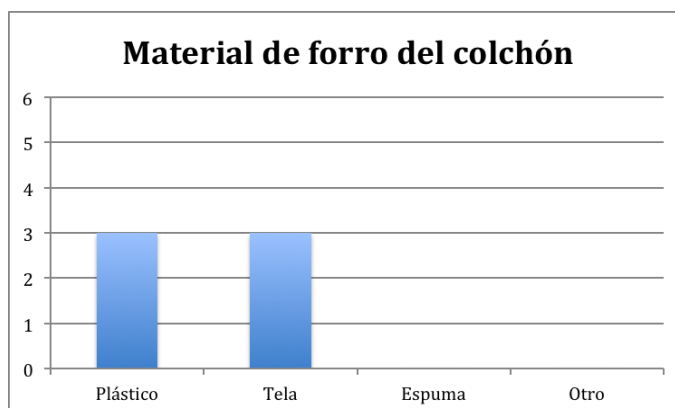
Gráfica 8 Elementos auxiliares para cambios de postura

De acuerdo con el mismo estudio podemos observar que el cambio de ropa de cama se realiza de manera frecuente, es decir una o dos veces, y en casos de incontinencia puede ser de hasta tres a cinco veces como se muestra en la gráfica 9.



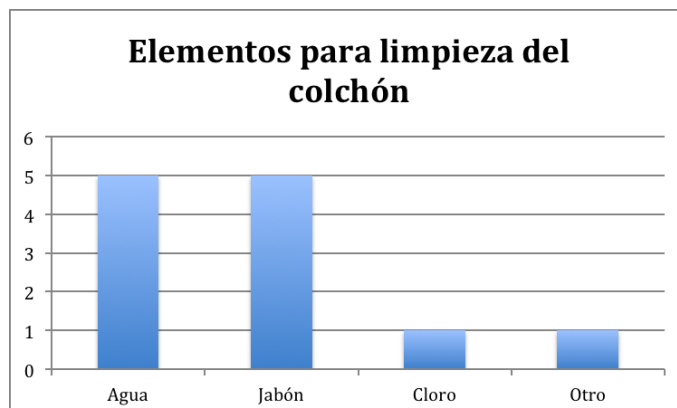
Gráfica 9 Cambio de ropa de cama al día

La mayoría de los forros que tienen los colchones o sistemas de reposo son de plástico o tela, lo que genera incomodidad y sudoración al paciente, (ver gráfica 10).



Gráfica 10 Material de forro del colchón

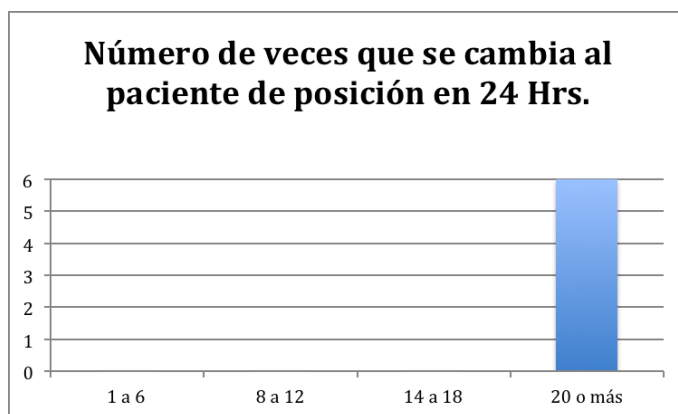
Dependiendo de la suciedad del colchón se puede limpiar solo con agua y jabón, pero en caso extremos utilizan cloro u otros elementos, como se muestra en la gráfica 11.



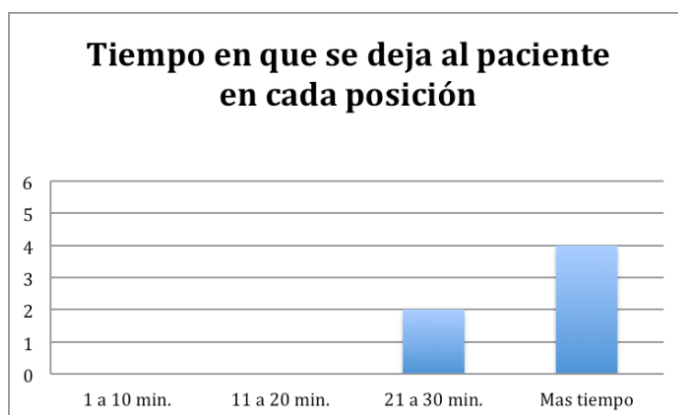
Gráfica 11 Elementos para la limpieza del colchón



De acuerdo con el mismo estudio, el cambio de postura del paciente se lleva a cabo de manera frecuente, es decir, unas veinte veces o más cada 24 horas y el tiempo en el que permanece en cada posición es de más de 30 minutos, ver gráficas 12 y 13.



Gráfica 12 Número de veces que se cambia al paciente en 24 horas



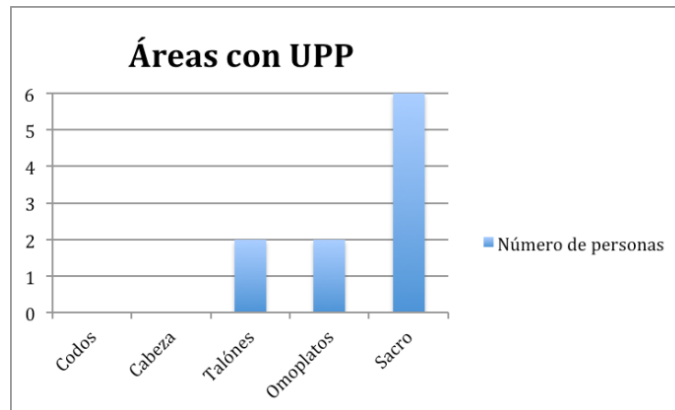
Gráfica 13 Tiempo de permanencia del paciente en cada posición

Las actividades que se llevan a cabo con mayor frecuencia en el área de reposo son el aseo y la alimentación, seguido de las curaciones y el cambio de ropa del paciente.



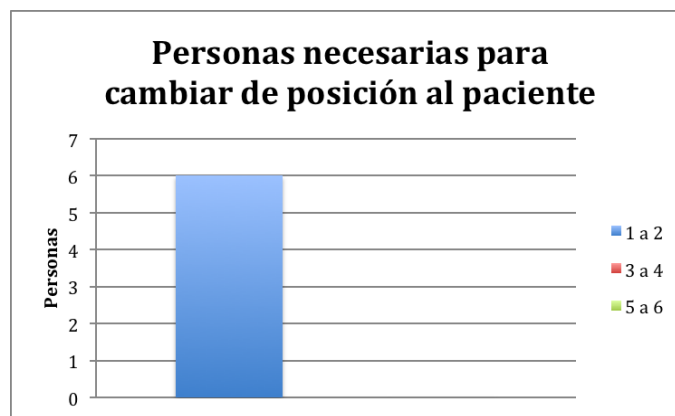
Gráfica 14 Actividades en atención al paciente

De acuerdo con este estudio las áreas más proclives a generar las UPP son el área sacra seguida de los omóplatos y talones.



Gráfica 15 Áreas proclives a generar UPP según experiencia del personal que atiende al paciente

Es importante señalar que se requieren de 1 a 2 personas para cambiar o rotar al paciente, esto dependerá del nivel de lesión del mismo.



Gráfica 16 Personal necesario para cambios de posición del paciente

De acuerdo con los datos recabados, podemos concluir que las actividades en el área de reposo son variadas y frecuentes y que los materiales de los acojinamientos son inadecuados ya que no permiten una adecuada ventilación, provocando sudoración y la consecuente generación de bacterias. También, que las superficies actuales no ayudan a prevenir las UPP y, por el contrario, al ser de materiales tan rígidos no permiten la correcta distribución del peso del paciente.

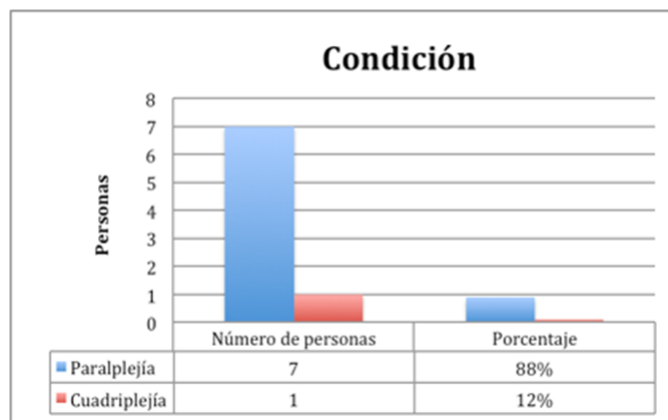
Se requiere de gran esfuerzo físico por parte de las personas que atienden al paciente, ya que los cambios posturales deben ser frecuentes.

### 3.1.5.12 Entrevista a pacientes y su experiencia en el uso de los acojinamientos

Como parte de la investigación realizada, a fin de analizar la efectividad de los sistemas de acojinamiento actuales utilizados por pacientes en su casa, se realizaron una serie de entrevistas cuyo objetivo fue detectar qué características son las más importantes para ellos, por ejemplo, el tipo de material del que están hechos, el tamaño, el acabado, confort, precio, entre otros.

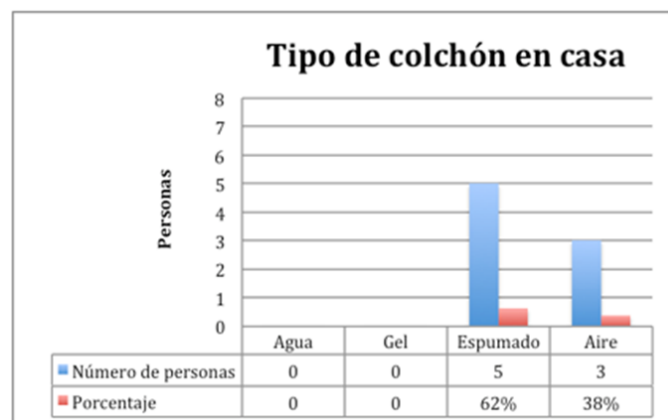
Para la obtención de datos se encuestaron, en sus domicilios, a 8 pacientes con problemas de movilidad, todos mayores de edad.

De acuerdo con los resultados podemos decir que la mayoría de los pacientes entrevistados son parapléjicos, ver gráfica 17.



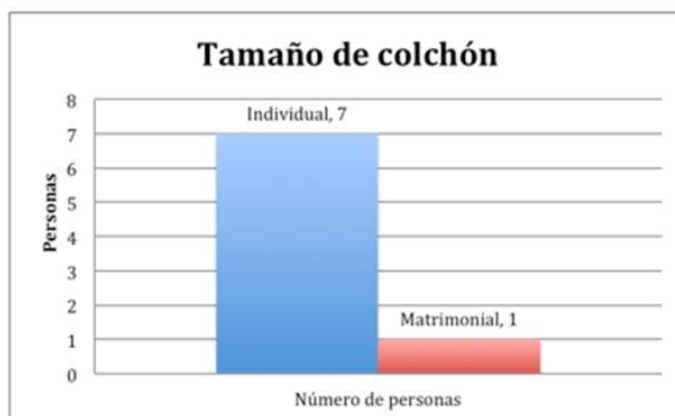
Gráfica 17 Condición de discapacidad de los pacientes entrevistados

De acuerdo con la siguiente gráfica la superficie de reposo más común es la hecha de material de espuma de poliuretano seguida de la de aire.

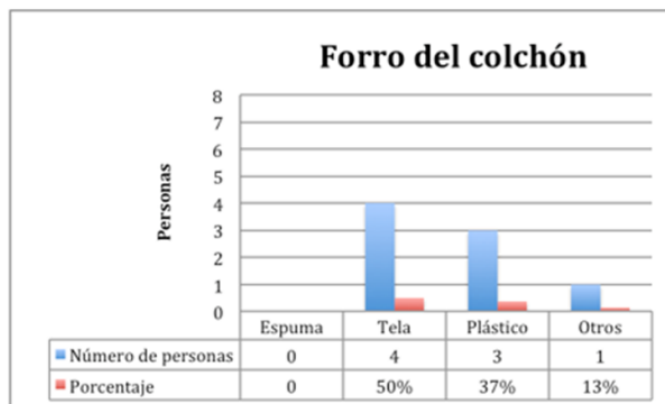


Gráfica 18 Tipo de material del colchón utilizado en casa

De acuerdo con las entrevistas, el tamaño de colchón que tiene la mayoría de los pacientes es el individual, al cual le colocan una funda que generalmente es de tela, ver gráficas 19 y 20.

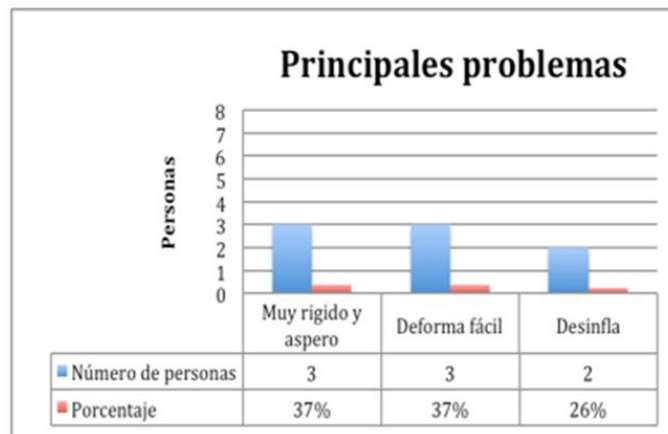


Gráfica 19 Tamaño de colchón más utilizado



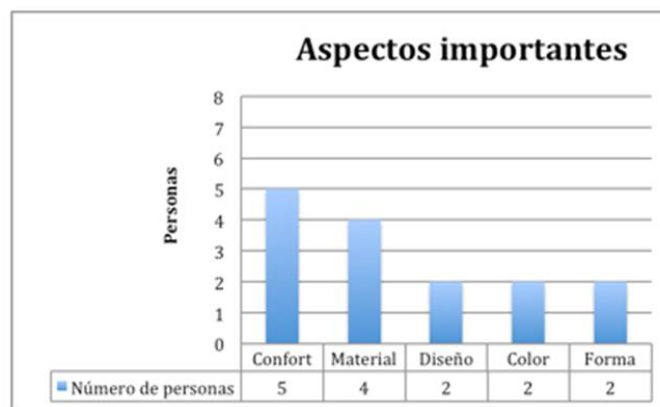
Gráfica 20 Forro de colchones más común

Los problemas detectados de manera más frecuente son que la mayoría de las superficies son muy rígidas y no se amoldan al cuerpo del paciente, además, los sistemas cuyo funcionamiento es a base de inyección de aire tienden a desinflarse fácilmente o averiarse.



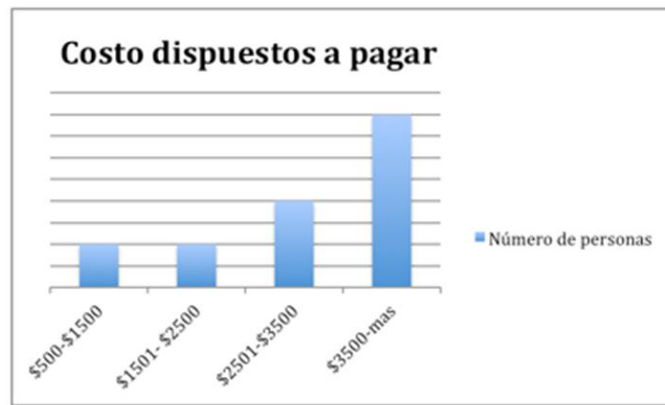
Gráfica 21 Problemas más comunes detectados en los colchones

De acuerdo con las entrevistas, los aspectos más importantes que consideran al momento de adquirir un sistema de reposo son el confort y el tipo de material del que están hechos.



Gráfica 22 Aspectos importantes a considerar en la adquisición del colchón

Como se muestra en la siguiente gráfica, los pacientes están dispuestos a pagar más de \$3,500.00 por un sistema, si cumple con la mayoría de las características antes mencionadas.



Gráfica 23 Precio de colchón con mejoras que estarían dispuestos a pagar

### 3.1.6 Interpretación de resultados de las encuestas realizadas, valorando ventajas y desventajas de los acojinamientos

De acuerdo con la investigación acerca de productos de venta en el mercado nacional y la experiencia de los usuarios con éstos, las observaciones realizadas y las encuestas levantadas, podemos decir que las siguientes son las ventajas y desventajas que se detectaron en algunos de los sistemas de acojinamiento utilizados por pacientes con UPP.

#### Ventajas

- Secciones de alternancia en el inflado.
- Mejoran el riego sanguíneo.
- Proporcionan comodidad al paciente durante cierto tiempo.
- Se adaptan a la cama.
- Permite realizar cambios posturales.

#### Desventajas

- Usuarios con sobrepeso comprimen a tal grado las celdas de los acojinamientos de aire que llegan a dañarlas y hacerlas inservibles.
- Los forros utilizados para cubrir los colchones, al ser de plástico, producen calor y en consecuencia generan humedad y bacterias.
- La espuma utilizada es de baja densidad y pierde fácilmente su estructura.
- Los forros de los acojinamientos son de un material rígido y no permiten que se amolde al cuerpo.

- Debe cuidarse de no picar o acercar cigarrillos a los colchones de aire o gel, ya que pueden dañarlos.
- A falta de fluido eléctrico, los colchones que lo requieren, dejan de funcionar.
- Algunos no cuentan con material hidrófobo y en caso de incontinencia urinaria, se absorbe la humedad.
- El material con el que están hechos no es transpirable.
- Poco ayudan en la prevención de las UPP.
- El costo de algunos sistemas, sobre todo los de tipo mecánico, son privativos para la mayoría de los usuarios.

Desafortunadamente la mayoría de estos sistemas, sobre todo los que requieren dispositivos eléctricos para su funcionamiento, suelen ser costosos, ya que se tienen que importar.

A falta de productos accesibles, los usuarios y sus familias han recurrido a “diseñar” una serie de adaptaciones o adecuaciones de forma prácticamente artesanal y que van modificando según sus necesidades, algunos de estos elementos son vendas, cojines y almohadillas rellenos de semillas, y que contribuyen poco en la prevención de las UPP.



Esquema 19 Cojines rellenos de semillas y cubre codos

### 3.2 Requerimientos de diseño

Se pretende ofrecer, tanto a personas que pasan mucho tiempo acostadas como a las que tienen problemas de movilidad, una superficie de reposo que distribuya de una manera más uniforme su peso corporal, a fin de disminuir la carga que las prominencias óseas deben soportar; la superficie propuesta deberá tener un elevado grado de resiliencia para que no pierda su estructura y permita que el peso del usuario sea distribuido en un área mayor.

Con base en los resultados, derivados de las encuestas y entrevistas, los siguientes son los requerimientos mínimos para la realización de un sistema de acojinamiento que ayude a prevenir las úlceras por presión.

Definimos como requerimientos aquellos parámetros que ayuden a resolver el problema o necesidad detectada, a través del objeto diseñado. Para ello es necesario tener claras las respuestas a los siguientes cuestionamientos:

- ¿Cuál es el problema detectado?
- ¿Cuáles son las características o condiciones que se deben considerar para resolver ese problema?

Una vez contestadas estas preguntas se establecieron los requerimientos y las posibles soluciones a los mismos, incluyendo especificaciones dimensionales y características que deberá contener el objeto o producto.

### **3.2.1 Requerimientos para el diseño de un acojinamiento auxiliar en la prevención de las UPP para personas con problemas de movilidad**

Como hemos mencionado anteriormente, este acojinamiento forma parte de un sistema de reposo multiposiciones previamente diseñado y construido, por lo que los requerimientos están basados en ese sistema en particular.

**Requerimiento 1:** el producto deberá contar con una **superficie de mediana resiliencia**.

El requerimiento surge de la necesidad de que la superficie en la que se acuesta o sienta el usuario pueda amoldarse a su cuerpo y, una vez liberada la zona, recupere su forma inicial sin perder estructura. La recuperación estructural del material es importante, ya que prolonga su vida útil.

**Requerimiento 2:** la **superficie** deberá **permitir** una **distribución más uniforme del peso corporal** del usuario.

Logrando un mayor número de puntos de apoyo, el peso corporal se distribuirá en todos esos puntos, compartiendo el peso de áreas críticas. A menor presión, menor daño.



**Requerimiento 3:** debe **permitir cambios posturales** al usuario.

A efecto de evitar las UPP, deberá moverse al usuario cada dos o tres horas como mínimo, permitiendo la rotación y flexión del cuerpo.

**Requerimiento 4:** el área debe poder ser **utilizada por personas adultas**.

La mayor incidencia de las UPP se da en personas de entre 30 y 60 años de edad.

**Requerimiento 5:** la superficie debe **soportar de 60 hasta 120 kg**, ya que algunos usuarios tienden a subir de peso a consecuencia de la falta de movilidad.

**Requerimiento 6:** los **materiales** utilizados deben ser **antibacteriales**, para evitar que las úlceras, en caso de tenerlas, se infecten.

**Requerimiento 7:** los materiales deberán permitir su **fácil limpieza**.

Al estar en contacto directo con el usuario y posibles problemas de incontinencia, los materiales que cubren el acojinamiento deberán ser lavables e hidrófobos evitando la acumulación de humedad.

**Requerimiento 8:** los **materiales** que recubren el acojinamiento deben ser **fáciles de lavar**. Generalmente se cambia la ropa de cama una vez al día y se utiliza agua y jabón para su limpieza, en el caso del forro del acojinamiento, se contempla que pueda cambiarse una o dos veces por semana, dependiendo del grado de incontinencia del usuario.

**Requerimiento 9:** el forro del acojinamiento **no** deberá **guardar olores**.

**Requerimiento 10:** el material, tanto de soporte como de recubrimiento, deberá permitir una **ventilación adecuada**, esto ayuda a la respiración y cicatrización de la piel.

**Requerimiento 11:** debe **evitarse** que el **material** de recubrimiento del acojinamiento **absorba humedad**.

**Requerimiento 12:** los **materiales** del forro deberán ser **térmicos**.

Es decir, a altas temperaturas deberán ser frescos y a bajas temperaturas conservar el calor. Una adecuada temperatura favorece la cicatrización.

**Requerimiento 13:** el recubrimiento del **forro** debe ser **suave al tacto** para reducir el efecto de cizalla.

**Requerimiento 14:** el **material** del acojinamiento debe ser **flexible**. Se recomienda espuma de poliuretano (NMX-A-189/2-197).

**Requerimiento 15:** el sistema debe ser **fácil de transportar**, se recomienda no pese más de 20 kg.

**Requerimiento 16:** deberá permitir que las **actividades de atención** al usuario como son alimentación, terapia y aseo se puedan realizar de **manera adecuada**.

**Requerimiento 17:** los **materiales** deberán ser **inflamables** (NMX-A-189/1-19). Especificaciones generales para colchones.

**Requerimiento 18:** deberá **adaptarse al tamaño de la cama previamente construida por el área de ingeniería de la UAM Azcapotzalco**. Por ser un sistema de reposo nuevo las dimensiones son muy específicas. Deberán verificarse físicamente con el prototipo (1.90 x 0.56 m aproximadamente).

**Requerimiento 19:** deberán utilizarse **materiales antialérgicos** con el objetivo de que cualquier usuario pueda utilizarlo.

**Requerimiento 15:** que el acojinamiento **no requiera mecanismos eléctricos** para su funcionamiento. Deberá funcionar sin necesidad de fluido eléctrico a efecto de reducir los costos por su utilización.

A continuación, se muestran los requerimientos con algunas especificaciones.

	REQUERIMIENTOS	PARÁMETRO DETERMINANTE (¿POR QUÉ?, ¿PARA QUÉ?)	PARÁMETRO DETERMINADO ¿CÓMO?	ESPECIFICACIONES Y/O CUANTIFICACIONES
	<b>FUNCIÓN</b>			
1	DEBE CONTAR CON UNA SUPERFICIE DE MEDIANA RESILIENCIA	LA RECUPERACIÓN ESTRUCTURAL DEL MATERIAL ES IMPORTANTE YA QUE PROLONGA SU VIDA ÚTIL EVITANDO DAÑOS AL USUARIO		DEFORMACIÓN DE 4MM APLICANDO UN PESO DE 30KG/CM2
2	DEBE PERMITIR LA DISTRIBUCIÓN UNIFORME DEL PESO	A MENOR CONCENTRACIÓN DE PESO, MENOR DAÑO	MATERIAL QUE SE AMOLDE AL CUERPO DEL USUARIO	MATERIAL MEDIANA RESILIENCIA, FACILIDAD PARA RECUPERAR SU ESTRUCTURA
3	DEBE PERMITIR CAMBIOS POSTURALES DEL PACIENTE SIN QUE SE DEFORME EL MATERIAL	PERMITIR SU ASEO, ALIMENTACIÓN Y TERAPIA	ADAPTE LA SUPERFICIE A LA POSICIÓN DE LA CAVA	10 SECCIONES
4	DEBE PERMITIR SE USADO POR PERSONAS ADULTAS	SEGÚN ESTADÍSTICAS LA MAYOR INCIDENCIA SE DA EN PERSONAS MAYORES DE 18 AÑOS		DIMENSIONES DE LA SUPERFICIE 1.90 X 0.56 MTS
5	DEBE SOPORTAR EL CUERPO DE UN ADULTO			HASTA 80KG
6	DEBE IMPEDIR LA FORMACIÓN DE BACTERIAS	EVITAR QUE LAS ULCERAS SE INFECTEN	UTILIZANDO MATERIALES ANTIBACTERIALES	TELA ANTIBACTERIAL POPELINA NYLON ESPUMA DE POLIURETANO
7	LA SUPERFICIE DEBE SER FÁCIL DE LIMPIAR	PARA EVITAR BACTERIAS EN CASO DE INCONTINENCIA	TELA DE REPELENTE LÍQUIDOS	TELA POPELINA NYLON
8	EL FORRO DEL ACOJINAMIENTO DEBE SER FÁCIL DE LAVAR	LAVADO PERIÓDICO PARA EVITAR BACTERIAS		LAVADO 1 O 2 VECES POR SEMANA
9	EL FORRO DEL ACOJINAMIENTO NO DEBERÁ GUARDAR OLORES	EN CASO DE QUE EL USUARIO SUFRA DE INCONTINENCIA FECAL O URINARIA		
10	DEBE PERMITIR UNA ADECUADA VENTILACIÓN	AYUDA A LA RESPIRACIÓN Y CICATRIZACIÓN DE LA PIEL	MATERIALES TRASPIRABLES	

11	EVITAR QUE EL MATERIAL DE RECUBRIMIENTO ABSORBA HUMEDAD	LA HUMEDAD REBLANDECE Y ROMPE LA PIEL	MATERIAL FRESCO	TELA HIDRÓFOBA POPELINA NYLON TELA DE MANTA
12	LOS MATERIALES DEL FORRO DEBERÁN SER TÉRMICOS	LA ADECUADA TEMPERATURA AYUDA A LA CICATRIZACIÓN	MATERIALES TÉRMICOS	TELA DE MANTA
13	DEBE TENER UN RECUBRIMIENTO SUAVE AL TACTO Y QUE NO SE ARRUGUE	ENTRE MAS ARRUGAS MAYOR ROCE CON LA PIEL (EFECTO CIZALLA)	SUPERFICIE LISA	
14	EL MATERIAL DEL ACOJINAMIENTO DEBE SER FLEXIBLE			ESPUMA DE POLIURETANO FLEXIBLE NMX-A-189/2-197
15	DEBE SER FÁCIL DE TRANSPORTAR		MATERIALES LIGEROS	10 A 20 KG
16	DEBE PERMITIR LA ADECUADA ATENCIÓN AL USUARIO (ALIMENTACIÓN, ASEO, TERAPIA)			
17	LOS MATERIALES A UTILIZAR DEBERÁN SER INFLAMABLES			NMX-A-189/1-19
18	LOS MATERIALES DEBERÁN SER ANTI ALERGÉNICOS	EVITAR REACCIONES ALÉRGICAS		NORMAS TÉCNICAS MEXICANAS
	<b>ESTRUCTURALES</b>			
19	DEBERÁ TENER LAS DIMENSIONES DE LA SUPERFICIE CONSTRUIDA POR EL ÁREA DE INGENIERÍA	PERMITE UNA POSICIÓN CÓMODA Y RELAJADA DEL USUARIO		1.90 X 0.56 MTS
20	SE DEBE EVITAR ÁNGULOS AGUDOS	PUEDE DAÑAR LA PIEL DEL USUARIO		
21	DEBERÁ TENER UN DISEÑO ATRACTIVO	GENERE TRANQUILIDAD EN EL USUARIO	COLORES NEUTROS	
22	MATERIAL RESISTENTE			
23	QUE SEA ERGONÓMICO	CONSIDERAR LAS DIMENSIONES DE UNA PERSONA ADULTA		
	<b>TECNOLÓGICOS</b>			
24	DEBE EVITARSE EL USO DE ELECTRICIDAD PARA SU FUNCIONAMIENTO	ELEVA LOS GASTOS HOSPITALARIOS		

## Capítulo 4

### 4 Experimentación

El objetivo general de la experimentación fue desarrollar un material que por sus características de flexibilidad y resiliencia<sup>17</sup> se pudiera utilizar en el nuevo acojinamiento. Los materiales desarrollados están divididos en materiales cuya base es agua y otros cuya base es ácido oleico. El objetivo principal de la selección de los materiales a combinar, con las bases antes mencionadas, fue el de aligerar la densidad de dichas bases<sup>18</sup>, así como también, hacerlas mucho más maleables.

Todo esto se ve reflejado en el peso del producto final y la capacidad del acojinamiento para amoldarse al cuerpo del usuario, esto permitirá una mejor distribución del peso corporal del usuario liberando zonas críticas y haciendo que un mayor número de puntos compartan esa carga.

Se requirió que el nuevo material (mezcla) soportara un peso aproximado de 1.2kg/cm<sup>2</sup>, sin alterar significativamente su estructura, contemplando que algunos usuarios llegan a tener problemas de sobrepeso.

Otro de los objetivos fue seleccionar un material que fuera resistente a la temperatura, sin modificar sus características debido a que el cuerpo del usuario por sí mismo genera calor, entre 36.5 y 37.5 es la temperatura promedio del cuerpo, por lo que los materiales seleccionados deberían soportar mínimo esa temperatura, sin presentar cambios de textura ni estructurales.

#### 4.1 Recursos materiales

El área de diseño industrial se enfocó a la generación de nuevos materiales experimentando con elementos como trietanolamina, agua, harina de fécula de maíz, microesferas cerámicas, gel, microesferas de poliestireno y espuma de poliuretano (ver imagen 6).

---

<sup>17</sup> Según la RAE la resiliencia es la capacidad de un material, mecanismo o sistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que se había sometido.

<sup>18</sup> La densidad del agua es de 1gr/cm<sup>3</sup> = 1000 kg/m<sup>3</sup>, presenta gran estabilidad a cambios de presión y temperatura. La densidad del ácido oleico es de 0.895 gr/cm<sup>3</sup> = 895 kg/m<sup>3</sup>.Fuente (Barceló, s.f.)



Trietanolamina y ácido oleico



Fécula de maíz



Microesferas cerámicas



Microesferas de poliestireno



Espuma de poliuretano

Imagen 6 Materiales utilizados para la creación de las mezclas

La selección de los materiales<sup>19</sup> a combinar con las bases se hizo mediante la investigación y análisis de sus características físico-químicas y mecánicas, y de los cuales se hace una breve descripción.

#### **4.1.1 Características de los materiales utilizados**

##### **4.1.1.1 Ácido Oleico**

Es un ácido graso monoinsaturado de la serie omega 9. Líquido oleoso e incoloro que se torna amarillento o café, al entrar en contacto con el aire.

##### **4.1.1.2 Agua**

La molécula de agua<sup>20</sup> está compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno unidos por un enlace covalente. En cuanto a sus propiedades fisicoquímicas se destaca su gran capacidad disolvente, su elevado calor específico y de vaporización, gran cohesión y adhesión, densidad anómala y reactivo químico.

##### **4.1.1.3 Harina de Fécula de maíz (polvos)**

Este polvo combinado con agua se usa en experimentos para estudiar su comportamiento como un fluido, ya que tiene características no newtonianas<sup>21</sup>.

##### **4.1.1.4 Microesferas cerámicas**

Uno de los materiales seleccionados para la experimentación son las microesferas cerámicas, material que es utilizado en camas para quemados; tienen un diámetro equivalente al de un grano de arena y al recibir el impulso del aire se ponen en movimiento, transformando el espacio sólido en un fluido debido a su bajo peso.

##### **4.1.1.5 Microesferas de poliestireno**

Tienen un diámetro nominal de entre 0.1 a 4 micrón, su densidad es de 0.95 a 1.05 g/cm<sup>3</sup>, superficie hidrófoba e insoluble en ácidos y alcohol.

---

<sup>19</sup> Se contó con el apoyo del Ing. Amando José Padilla Ramírez, especialista en ingeniería y tecnología, física de materiales, ciencias e ingeniería, y que pertenece al área de investigación de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco

<sup>20</sup> Fuente: Enciclopedia medio ambiental. Composición y características de la molécula de agua.

<sup>21</sup> El fluido no newtoniano es aquel fluido cuya viscosidad varía con el tiempo y el esfuerzo cortante que se le aplica. La aplicación de una fuerza hace que el fluido se comporte más como un sólido que como un líquido. Si se deja en reposo recupera su comportamiento como líquido.

#### **4.1.1.6 Espuma de poliuretano**

La reacción química de dos compuestos, un poliol<sup>22</sup> e isocianato<sup>23</sup> en la presencia de catalizadores y aditivos, permite la creación de este producto; la reacción libera dióxido de carbono, dicho gas genera burbujas y produce un volumen de espuma flexible que adopta la forma del molde que lo contiene, en el caso de este proyecto se utilizó una espuma flexible cuya densidad es de 46-50 kg/m<sup>3</sup>.

La espuma de poliuretano es resistente al fuego, este tipo de espuma se clasifica como **“respirable”**, ya que permite la libre transpiración del cuerpo y en consecuencia evita la contaminación cruzada de bacterias.

#### **4.1.1.7 Trietanolamina (TEA)**

Es un producto químico que es utilizado como ingrediente para balancear el pH de productos cosméticos, para la higiene y en productos de limpieza. Es utilizada en la fabricación de champú, geles y acondicionadores, debido a que causa menos irritaciones tanto en ojos como en la piel.

### **4.2 Creación de nuevos materiales**

#### **4.2.1 Mezclas**

La combinación de los diferentes materiales dio como resultado una serie de mezclas (ver imagen 7), que fueron sometidas a una primera valoración visual, táctil y olfativa, determinando sus características de maleabilidad, textura, olor, apariencia y resiliencia. Las pruebas táctiles consistieron en presionar cada mezcla con los dedos de las manos observando su comportamiento y valorando cuál de ellas adoptaba la forma de los dedos (maleabilidad) y recuperaba más rápidamente su forma (resiliencia); también se evaluó la facilidad con que adoptaban la forma del elemento contenedor, en este caso las bolsitas de polietileno y que dio un parámetro para evaluar su comportamiento en el elemento contenedor definitivo.

Los resultados de estas pruebas fueron los siguientes:

---

<sup>22</sup> Son alcoholes polihídricos que determinan en gran parte las propiedades del polímero de poliuretano final y se adaptan muy bien en la fabricación de espumas flexibles.

<sup>23</sup> Los isocianatos proporcionan la energía suficiente para curar el polímero y permitir su procesamiento, tales como el llenado de moldes y la formación de espuma.



-Las mezclas 3, 4, 8, 9 y 10 resultaron ser demasiado líquidas, lo cual da muestra de su baja o nula resiliencia. Estos materiales cuya base fue agua se mezclaron con micro esferas poliméricas, adicional a esto a las muestras 8 y 9 se les agregó fécula de maíz.

-Las mezclas 2, 6, 11 y 12 mostraron una solidificación en mayor o menor grado, resultando poco aptas para ser utilizadas, ya que los diferentes grados de dureza evitaban que las mezclas adoptaran la forma de los dedos, traduciéndose esto en elementos con poca maleabilidad.

Cabe mencionar que estas mezclas concentraban la mayor cantidad de ácido oleico, por lo que su olor resultaba ser penetrante y molesto. Esto tiene gran importancia debido a que el usuario va a estar en contacto directo con el acojinamiento y no se quiere que los olores causen molestia o incomodidad.



Selección de 13 muestras realizadas con la combinación de las 2 bases y los diferentes materiales y en diferentes proporciones.

Imagen 7 Nuevos materiales resultado de las mezclas

Las mezclas que presentaron una mayor maleabilidad, resiliencia e inoloras, fueron las mezclas 1, 5, 6 y 14. Estas mezclas resultaron tener la siguiente composición química:

PORCENTAJE EN VOLUMEN DE LAS MUESTRAS SELECCIONADAS				
	GEL 1	GEL 5	GEL 6	GEL 14
ÁCIDO OLEICO	41%	23%	23%	0
AGUA	50%	68%	68%	30%
TEA	9%	6%	3%	0
MICROESFERAS	0	3%	6%	30%
HARINA DE FÉCULA DE MAÍZ	0	0	0	40%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Tabla 1 Composición de mezclas seleccionadas

#### 4.2.1.1 Pruebas realizadas con equipo de alta tecnología

Seleccionadas las mezclas, se sometieron a una segunda fase de prueba con la finalidad de determinar, con apoyo de equipo de alta tecnología, cuál de ellas presentaba las características idóneas para poder ser utilizada en nuestro acojinamiento.

Las pruebas realizadas fueron de compresión, resiliencia y de temperatura.

#### 4.2.1.2 Pruebas de compresión y resiliencia

Para la realización de las pruebas, a fin de determinar el material idóneo, se contó con el apoyo del Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la UAM-Azcapotzalco, donde se utilizó el equipo **Instron 5500 modelo 1125** y con el que se realizaron pruebas de fatiga tanto dinámicas como estáticas a los diferentes materiales, ver imagen 8.

La automatización de la máquina INSTRON 5500 se basa en la prueba de tracción, donde se aplica fuerza axial a tensión a una probeta que contiene los materiales desarrollados, hasta producir su ruptura generando una curva de esfuerzo y deformación, como se observa en la imagen 9.

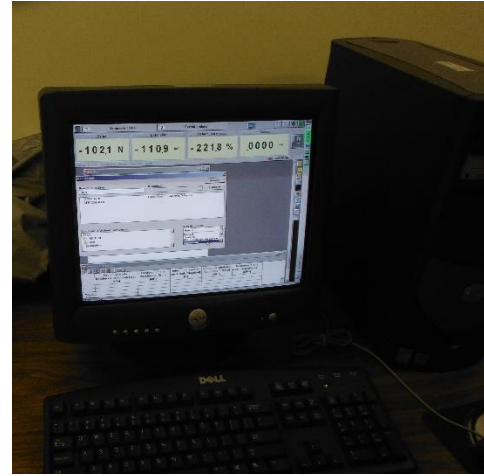
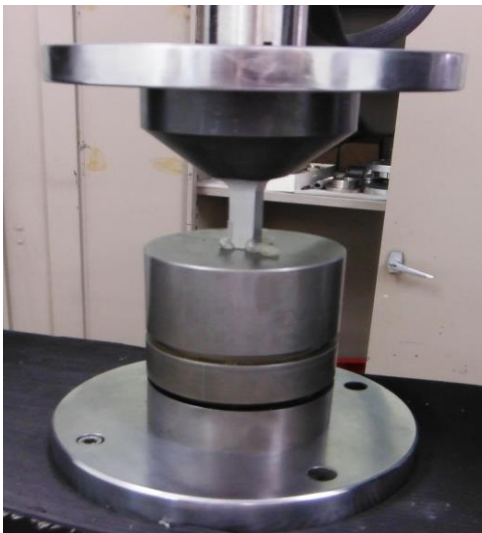
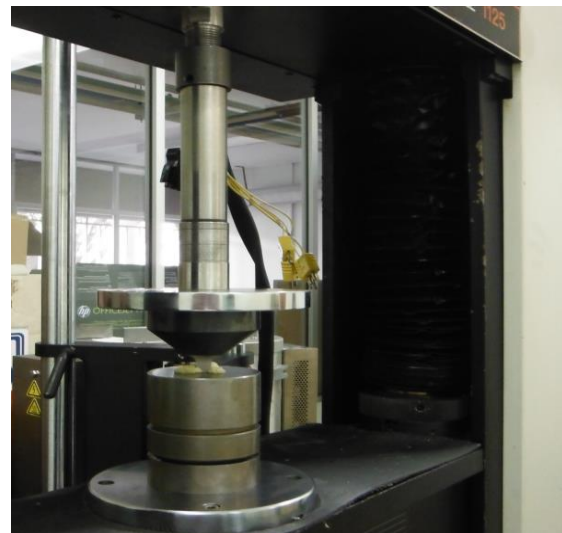


Imagen 8 Equipo Instron 5500, modelo 1125



Aplicación de fuerza constante



Determinar curva de esfuerzo y deformación de material

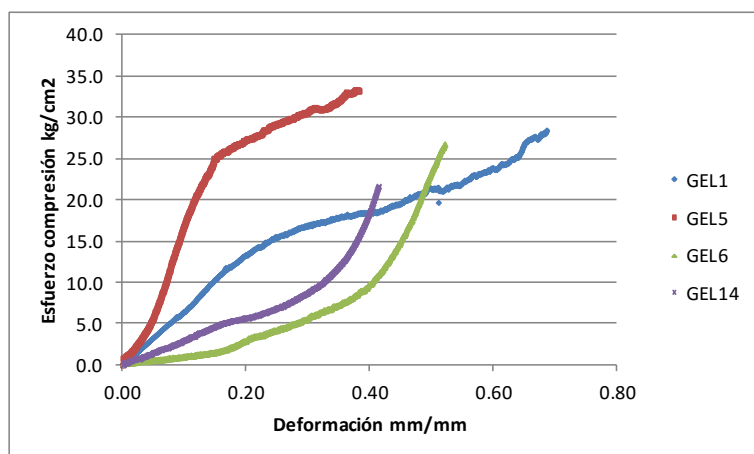
Imagen 9 Pruebas realizadas a los nuevos materiales

#### 4.2.1.2.1 Resultados

Una vez realizadas las pruebas, se obtuvieron los siguientes resultados:

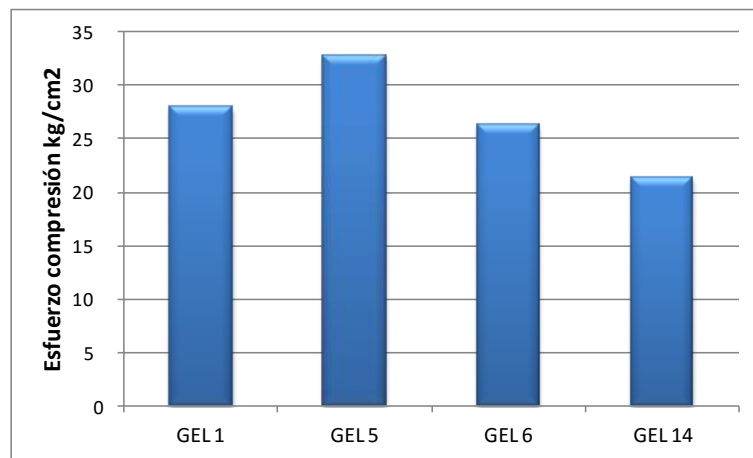
Los geles con base ácido oleico (1,5,6) muestran una pendiente inicial mayor a la pendiente subsecuente, mientras que el gel base agua (14) tienen un comportamiento opuesto, es decir, existe una pendiente menor a la pendiente siguiente.

La gráfica 24, muestra los datos experimentales obtenidos en los ensayos a compresión de los diferentes materiales. Destacamos los materiales 1, 5, 6 y 14, por ser éstos los que por su comportamiento de elasticidad y resistencia se adaptaban mejor a nuestros requerimientos. Podemos observar que a mayor carga el desplazamiento del embolo puede ser mayor o menor, dependiendo de la composición de la mezcla, es decir, la maleabilidad de las mezclas está directamente relacionada con el componente base. Los materiales cuya base es ácido oleico (mezclas 5, 6 y 14) presentan una deformación más controlada, mientras que en el base agua (gel 14), la deformación es mucho mayor a medida que se incrementa el peso.



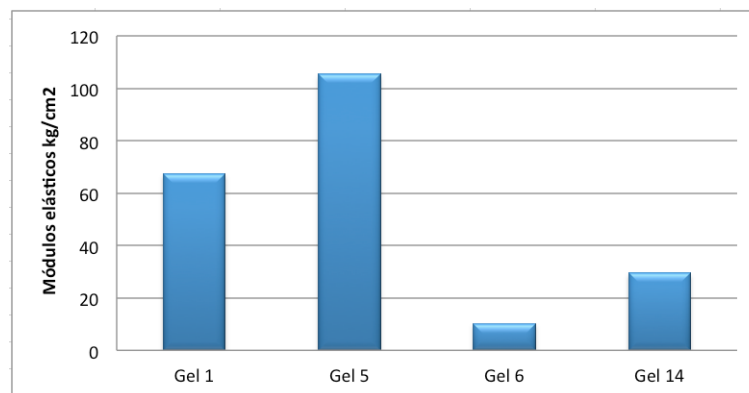
Gráfica 24 Comportamiento a la compresión de los geles seleccionados. Variación de la carga contra desplazamiento del pistón.

Otro dato interesante se puede observar en la gráfica 25, los nuevos materiales soportaron cargas mayores a 20 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica que cualquiera de ellos podría ser utilizado para nuestro acojinamiento, contemplando que se tendrían usuarios de hasta 120kg de peso.



Gráfica 25 Carga máxima en el ensayo

En cuanto a los módulos elásticos, los cuales se refieren a cómo va a responder un material al aplicársele cierta carga, podemos observar en la gráfica 26 que los geles 1,5 y 14 presentaron una buena elasticidad, lo que sugiere una buena maleabilidad que es importante al momento de estar acostado el usuario ya que el material tenderá a amoldarse al cuerpo del mismo.



Gráfica 26 Módulos elásticos de los geles en la primera región

#### 4.2.1.3 Prueba de temperatura

La prueba de temperatura se llevó a cabo en el Laboratorio de Materiales del Área de Ingeniería de la UAM-Azcapotzalco, para ello se utilizó un horno de secado, ver imagen 10.

Los geles seleccionados se sometieron a una temperatura constante de 45.5 grados durante 24 horas continuas, esto con el objetivo de simular la temperatura corporal del

usuario<sup>24</sup> y determinar el comportamiento de los mismos a partir de su estabilidad dimensional.

Horno de secado utilizado para las pruebas de temperatura



Imagen 10 Horno usado para pruebas de temperatura (de izq. a der. geles 5,14,6,1)

#### **4.2.1.3.1 Resultados**

Una vez sometidos los geles seleccionados a pruebas de temperatura, se observó que prácticamente no hubo cambio en su estructura molecular, el gel número 14 conservó intactas sus propiedades, mientras que en los otros notamos una leve desintegración de la mezcla, el que presento mayor estabilidad fue el gel número 5.

### **4.3 Selección del material contenedor del gel**

Una vez seleccionado el gel 5, de acuerdo con las pruebas mecánicas y de temperatura descritas anteriormente, se procedió a realizar pruebas para seleccionar el material contenedor de dicho gel; las primeras pruebas se realizaron utilizando bolsas de polietileno.

<sup>24</sup> La temperatura corporal de una persona oscila entre los 36.5 a 37.5 grados. Fuente: National Library of medicine.



En otras bolsas se colocaron materiales como microesferas poliméricas, guata, o algodón, con la finalidad de colocarlas como base de nuestro acojinamiento (ver imagen 11).



Imagen 11 Empaque de geles con contenedor de polietileno y soluciones para elaboración de espuma de poliuretano

La preparación de nuestro molde, previamente fabricado, consistió en aplicar un desmoldante y dejarlo secar por unos minutos.

El siguiente paso consistió en la preparación de espuma de poliuretano para utilizarla como base en proporciones 70-30 del componente A y B respectivamente, ver imágenes 11 y 12.

Se vació la espuma de poliuretano, dejando una capa base de un centímetro y se dejó cremar. Una vez cremado el poliuretano, se colocó una bolsa de gel y una bolsa con guata o algodón o microesferas cerámicas, ver imagen 12.



Imagen 12 Preparación de la base y colocación de la bolsa con el gel

Con las bolsas dentro del molde, se procedió a vaciar espuma de poliuretano, a fin de encapsularlas y lograr el bloque de acojinamiento deseado, como se muestra en la imagen 13.



Imagen 13 Encapsulado y desmolde del acojinamiento

Obtenidos los diferentes acojinamientos, éstos se sometieron a pruebas de presión con el fin de determinar cuánta carga soportarían, simulando con esto el peso del usuario, como se muestra en la imagen 14.



Imagen 14 Equipo utilizado para las pruebas de carga

Resultados obtenidos en estas pruebas

Ventajas:

- Fácil llenado
- Aligerar el peso del producto final

Desventajas:

- Estallamiento interno de la bolsa contenedora del gel
- Transferencia de ácido oleico
- Presenta poca resiliencia



#### 4.3.1 Material contenedor del gel

El tipo de contenedor del gel (bolsa de polietileno) no era el adecuado, ya que presentaba más desventajas que ventajas por lo que se decidió cambiarlo por **PVC Vinyl**, así como mejorar el sellado de dichos contenedores.

Se procedió a realizar las mismas pruebas de presión por carga con el nuevo material contenedor, resultando ideales por sus características de resistencia y maleabilidad. Se propone un sellado electrónico de alta frecuencia con el fin de asegurar que tendrá la suficiente resistencia a la presión para de evitar la filtración de gel (ver imagen 15).



Imagen 15 Contenedor PVC Vinyl con sellado electrónico de alta frecuencia

Una vez definido el nuevo contenedor para el gel, se procedió a hacer los acojinamientos necesarios, siguiendo el mismo procedimiento que la primera vez (ver imagen 16), es decir:

1. Aplicar desmoldante



2. Colocar en la base del molde una capa de espuma de poliuretano
3. Colocar el contenedor del gel



4. Vaciar una segunda capa de espuma de poliuretano para encapsular el contenedor del gel
5. Dejar cremar de 5 a 8 minutos en el molde



6. Desmoldar



Imagen 16 Encapsulado del gel con el nuevo empaque

## 5 Análisis y resultados previstos

A partir de las pruebas realizadas con el software del equipo **instron 5500 modelo 1125**, se determinó que los geles con base ácido oleico resultaban ser los que presentaban una mayor elasticidad y resiliencia sin modificar su estructura molecular.

De ahí que el gel número 5 fuera el seleccionado como relleno del acojinamiento para el sistema de reposo.

Como material envolvente se seleccionó la espuma de poliuretano, ya que es el material idóneo por su apariencia limpia, el grado de confort que proporciona y sus características antibacteriales.

La densidad de espuma que se utilizó es de 46-50 kg/m<sup>3</sup> a fin de obtener una combinación de flexibilidad y durabilidad.

Para evitar que el poliuretano absorbiera y transfiriera el calor, propio del ambiente y del cuerpo del usuario, se determinó que el acojinamiento llevara un recubrimiento de manta, la cual por sus características físicas resulta ser térmica, es decir, en épocas de calor se mantiene fresca y en temporada de frío mantiene el calor.

Como segunda capa protectora del acojinamiento se utilizó tela de popelina Nylon, ya que es muy utilizada en la industria del vestido por su característica de permitir la transpiración del cuerpo, pero que, a su vez, evita la absorción de líquidos debido a sus características hidrófobas, ayudando a que cualquier escurrimiento que pudiera generarse (incontinencia del paciente, sudoración, derrame de líquidos) sea fácil de limpiar, manteniendo seca y limpia el área de reposo del usuario.

## 6 Aportaciones potenciales

Con base en la investigación realizada y los requerimientos planteados, se diseñó un sistema integral de reposo para personas paraplégicas o cuadriplégicas, que permite mover y rotar al usuario en diferentes posiciones y durante diferentes lapsos de tiempo, ver imagen 17.



Imagen 17 Sistema automatizado multiposiciones. Desarrollado por el Área de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial

Este sistema se complementa con un acojinamiento diseñado en secciones, cada sección contiene un gel especial con alta resiliencia que permite una mejor distribución del peso corporal del usuario, y que se amolda a cada área dependiendo de la fuerza o peso ejercido, lo que permite liberar la presión en zonas críticas (ver imagenes 18 y 19).



Imagen 18 Sistema automatizado con acojinamiento



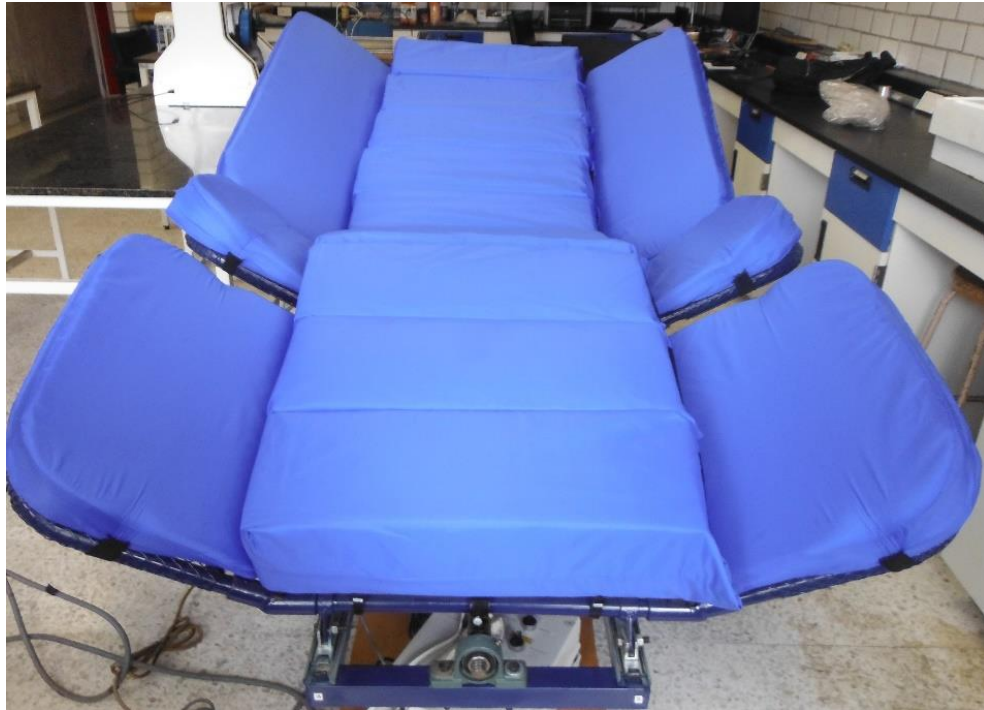


Imagen 19 Acojinamiento producto de esta tesis y que es complemento del sistema multiposiciones desarrollado por el Área de Diseño Industrial y el Área de Ingeniería Mecánica de la UAM-A

## 7 Conclusiones finales

Habiendo diseñado, desarrollado y entregado el prototipo del acojinamiento, que forma parte de un sistema de reposo multiposiciones, hemos alcanzado el objetivo general del proyecto. Para ello fue necesario cumplir con cada uno de los objetivos específicos planteados en el capítulo 2.

En cuanto **A través de una investigación observacional in situ, conocer las actividades realizadas como parte del cuidado del paciente**, se llevaron a cabo una serie de observaciones y entrevistas con pacientes, familiares, médicos y enfermeras, para conocer las actividades que realizan en el área de reposo, como alimentación, aseo, terapia, entre otros, y la importancia del acojinamiento en la atención y recuperación de los pacientes. La metodología de investigación, así como los resultados se describen en los apartados 3.1.5.10, 3.1.5.11.

En referencia a **Identificar por medio de la expedientación –derivada de la experimentación con materiales como espuma de poliuretano, agua, harina de fécula de maíz, microesferas cerámicas y microesferas de poliestireno– el material idóneo para la realización del acojinamiento**, el objetivo se cumplió plenamente al desarrollar una serie de materiales descritos en el capítulo 4.

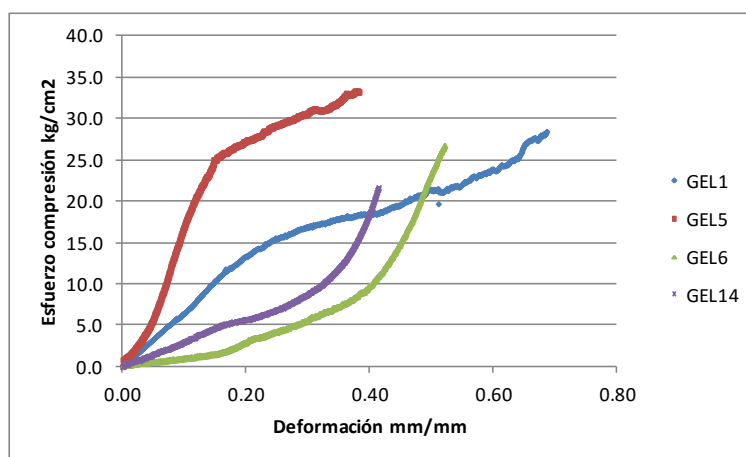
Dichos experimentos concluyeron con la creación de varias mezclas con diferentes características físico-químicas, las cuales fueron sometidas a valoraciones olfativas y táctiles, con la finalidad de seleccionar las más adecuadas para nuestro proyecto.

Producto de esa selección se escogieron los siguientes materiales, cuya composición se puede observar en la siguiente tabla.

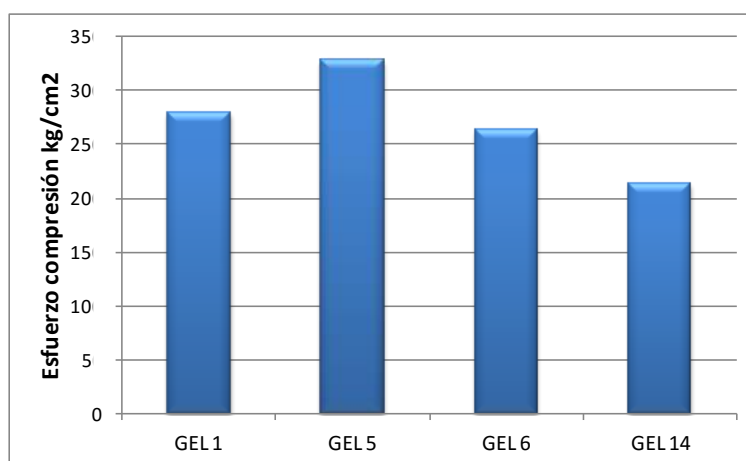
PORCENTAJE EN VOLUMEN DE LAS MUESTRAS SELECCIONADAS				
	GEL 1	GEL 5	GEL 6	GEL 14
ÁCIDO OLEICO	41%	23%	23%	0
AGUA	50%	68%	68%	30%
TEA	9%	6%	3%	0
MICROESFERAS	0	3%	6%	30%
HARINA DE FÉCULA DE MAÍZ	0	0	0	40%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

Los materiales seleccionados fueron sometidos a pruebas mecánicas y de temperatura, simulando las características físicas del usuario, como peso y temperatura; para ello se utilizó equipo de alta tecnología, facilitado por el Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la UAM Azcapotzalco.

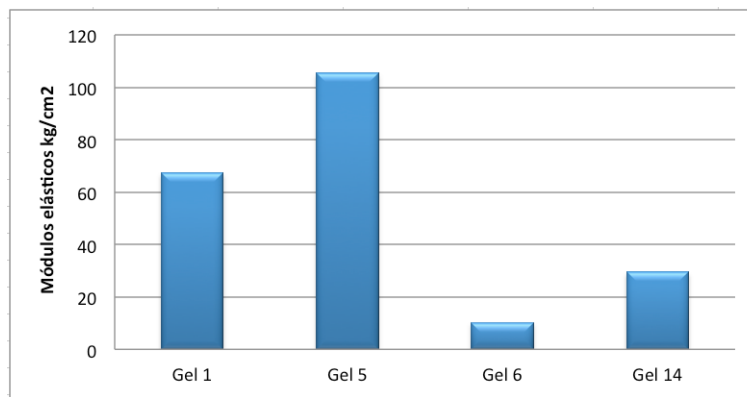
Como resultado de las pruebas se seleccionó el gel número 5, por ser éste el que presentaba una deformación paulatina de acuerdo con la fuerza aplicada, mayor soporte de carga rebasando los 300 kg/ cm<sup>2</sup>, su excelente elasticidad y resistencia al calor, como se puede observar en las siguientes gráficas.



Gráfica 27 Comportamiento a la compresión de los geles seleccionados.  
Variación de la carga contra desplazamiento del pistón



Gráfica 28 Carga máxima en el ensayo



Gráfica 6 Módulos elásticos de los geles en la primera región

Es importante señalar que si bien únicamente, por sus características, se eligió un tipo de material para este proyecto, dicha investigación y experimentación arrojó toda una serie de nuevos materiales que se podrán utilizar en proyectos futuros, ya sea como parte en el diseño de prótesis, ayudas técnicas, ayudas de la vida diaria y otros objetos.

En cuanto a **Experimentar con los nuevos materiales en las diferentes regiones corporales**, el producto consta de 10 secciones, las cuales tienen encapsulado un material producto de la experimentación llevada a cabo y descrita en el capítulo 4.

El nuevo material contenedor está hecho de PVC vinyl, el cual está sellado electrostáticamente y que junto con el relleno de poliuretano forman el acojinamiento; el proceso se describe en el apartado 4.3. Todo esto permite que el peso del usuario se distribuya de manera más uniforme, reduciendo la concentración del peso corporal en zonas críticas.

En cuanto a **Desarrollar una superficie que distribuya de manera uniforme la presión ejercida por efecto de la gravedad en el cuerpo**, como se muestra en la sección de aportaciones potenciales (Capítulo 6), se desarrolló un acojinamiento producto de una serie de investigaciones y de la experimentación con diferentes materiales sometidos a diversas pruebas con el apoyo de equipo de alta tecnología, seleccionando uno para ser utilizado en dicho acojinamiento, esto se describe en los capítulos 4 y 5.

El acojinamiento desarrollado permite que el cuerpo del usuario se amolde a la superficie debido a la resiliencia y maleabilidad de los materiales, logrando que el peso



sea compartido por un mayor número de puntos y reduciendo el riesgo de generar las UPP.

Como recubrimiento se utilizaron materiales que permiten la adecuada ventilación del cuerpo, evitan la concentración de humedad y la generación de bacterias, reduciendo la vulnerabilidad de la piel a consecuencia de la misma.

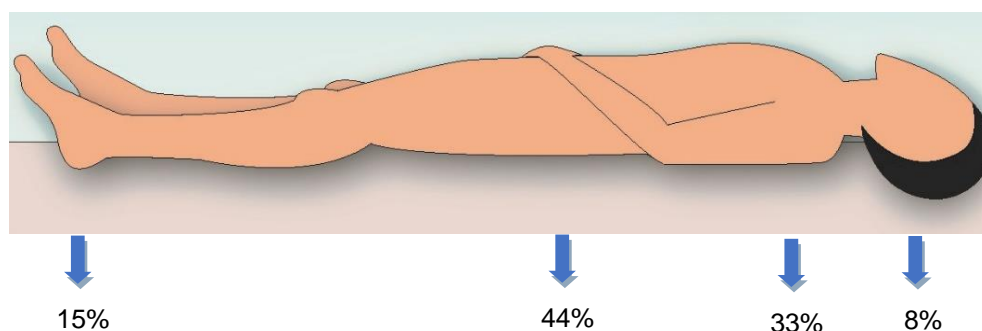
El material de recubrimiento del acojinamiento es repelente a líquidos, lo que es una gran ventaja en casos de incontinencia urinaria, evitando que éstos sean absorbidos por la superficie y permitiendo su fácil limpieza.

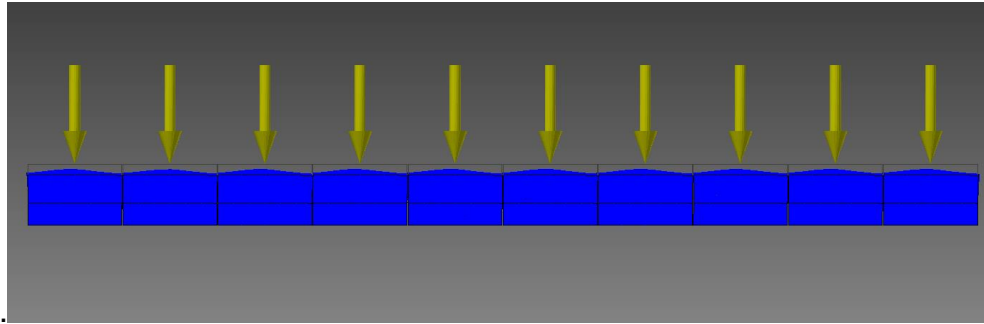
Es importante señalar que tanto el acojinamiento como el sistema multiposiciones automatizado, desarrollado por el Área de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial de la UAM-Azcapotzalco, serán sometidos a validación en una siguiente etapa.

En lo que se refiere a **Determinar, de acuerdo con los análisis realizados, si el material seleccionado permite distribuir mejor la presión corporal**, en los resultados de simulación de elementos finitos, realizados con apoyo del software especializado Inventor 2015, se observó que efectivamente hubo una mejor distribución del peso corporal.

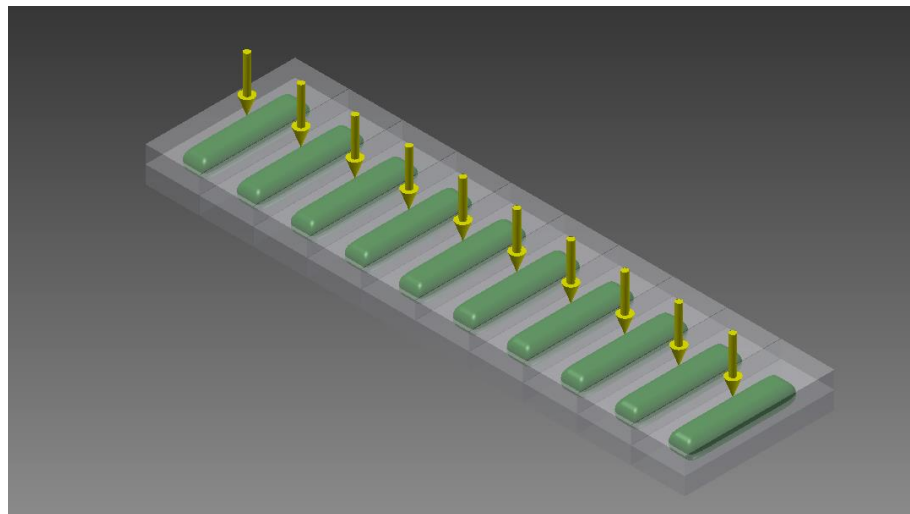
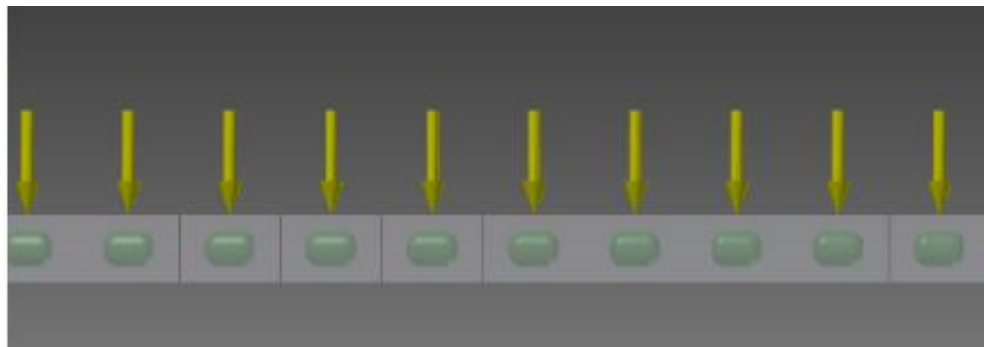
Es importante señalar que las fuerzas aplicadas a lo largo de la superficie se distribuyeron según los porcentajes de distribución de peso corporal, presentados en el apartado 3.1.5.4, y que indican las zonas proclives a generar las UPP.

Para realizar el análisis virtual del acojinamiento, se simularon las características de los nuevos materiales, tomando en cuenta sus propiedades físicas y mecánicas. Se aplicaron las fuerzas de acuerdo con la distribución del peso corporal de un usuario de 120 kg.

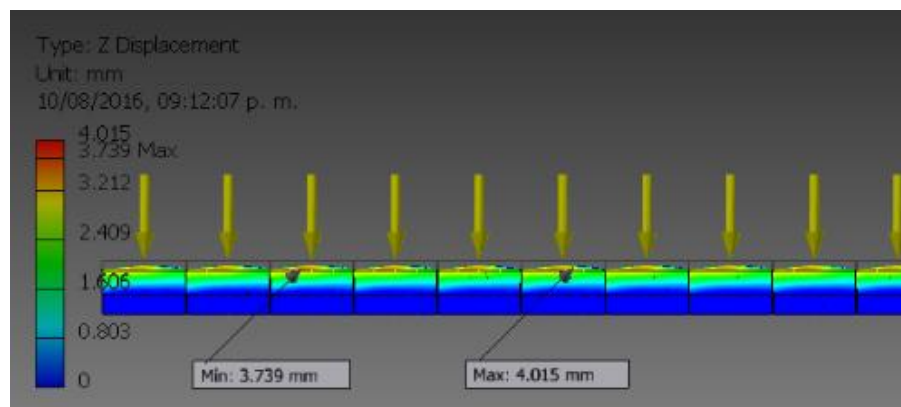
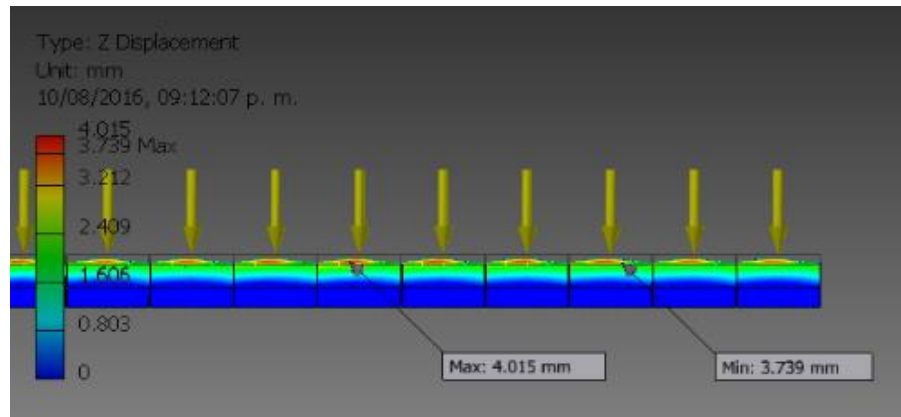




Vista del acojinamiento donde podemos observar los encapsulados de gel, así como el recubrimiento de espuma de poliuretano y las fuerzas aplicadas.



El desplazamiento que sufre el acojinamiento es de 2 a 4.5 milímetros aproximadamente en las zonas de mayor peso, es decir, la superficie tiene tal maleabilidad que se amolda al cuerpo del usuario.



En lo referente a **Generar el acojinamiento a fin de ser evaluado y validado en una etapa posterior con usuarios reales**, este objetivo se cumplió entregando físicamente el acojinamiento al Área de Ingeniería Mecánica de la UAM- Azcapotzalco, para ser integrado al sistema multiposiciones y someter ambos a validación con usuarios reales; sin embargo, el mecanismo del sistema multiposiciones automatizado presentó deficiencias, las cuales incluían el cambio de motor y refuerzo del sistema giratorio de la superficie, lo que retrasó el inicio de las pruebas de validación.

Este sistema se puede observar en el apartado 6 de aportaciones potenciales y el cual continúa perfeccionándose en el área de Ingeniería Mecánica de la UAM Azcapotzalco.

El diseño industrial, por definición, requiere de involucrar toda una serie de disciplinas que le permitan cumplir su objetivo primordial, generar objetos o productos que ayuden a resolver un problema o necesidad.

En este sentido este proyecto, pese a su complejidad, se nutrió de diferentes disciplinas como la química, mecánica y medicina, en la que cada uno de los expertos aportó su conocimiento y experiencia a fin de materializar el producto. Puntos de vista diferentes, coincidencias también, pero todos y cada uno con metas y objetivos comunes por cumplir: ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad.

El brindar una esperanza en la mejora de la calidad de vida de las personas con problemas de movilidad, hace del diseño industrial, una profesión noble y esperanzadora.

Fomentar la investigación y el desarrollo de productos, por medio de diseño industrial incluyente y dirigido a las poblaciones menos favorecidas, es una labor que se debe cultivar desde la universidad, ya que es un área de oportunidad que se debe y tiene que aprovechar.

## **8 Recomendaciones**

A lo largo de esta investigación se desarrollaron una serie de materiales con diferentes características físico-químicas y que pueden servir como punto de partida para generar nuevos productos o aplicarlos a objetos ya existentes.

Es importante señalar que los resultados son la conclusión de una serie de experimentos que se fueron desarrollando, algunas veces a base de prueba y error. Para continuar con el desarrollo de nuevos materiales o retomar los desarrollados en esta tesis, es indispensable llevar un seguimiento puntual y organización impecable, ya que las formulaciones deben ser muy precisas y resulta fácil confundirlas.

Una observación dada por el Instituto Nacional de Rehabilitación es que las pruebas de validación comiencen a realizarse con personas o usuarios regulares, es decir sin discapacidad, a fin de estar checando la evolución y el comportamiento del producto y no poner en riesgo a la persona, ya de por sí afectada.

El desarrollo de equipo médico es un tema en el cual se deben contemplar varios puntos de vista: del usuario en primer lugar, pero también de los familiares, médicos, enfermeras y, en general, de todo aquel que atiende a la persona con discapacidad, ya que en algún momento son usuarios de nuestro sistema o producto. Sensibilizarnos y comprender la situación en la que están inmersas las personas con alguna discapacidad es fundamental para obtener buenos resultados.

Por último, recomiendo dar seguimiento a los resultados de esta tesis que en conjunto realizamos el Área de Diseño Industrial e Ingeniería Mecánica de la UAM Azcapotzalco, a fin de conocer los resultados que se vayan generando, ya que estos productos, por su naturaleza e importancia, requieren de largos ciclos de pruebas y corrección a fin de lograr una alta usabilidad.

## 9 Bibliografía

- (AUPA), A. d. U. d. P. y. A. t., 2005. *Ayudas técnicas y discapacidad*. Abril, 2005 ed. s.l.:Comité Español de Representantes de Personas con Discapacidad -CERMI.
- (CONADIS), C. O. N. p. e. De lidl pcd., 2012. *Encuesta Nacional sobre la Discriminación en México 2010*, México, Distrito Federal: Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación.
- (INEGI), I. N. d. E. y. G., 3 Diciembre, 2013. *Estadísticas a propósito del Día Internacional de las Personas con discapacidad*, México D.F.: s.n.
- (OMS), O. M. d. I. S., 2011. *Informe sobre la discapacidad*, Ginebra, Suiza: OMS, Banco Mundial.
- Cols, B. d. B. J., 2002. Caracterización clínica de pacientes con lesión medular traumática. *Revista Mexicana de Neurocirugía*, 3(3), pp. 135-142.
- Complejo Hospitalario Universitario Albacete, Febrero 2012. *Protocolo de Úlceras por Presión en UCI*, Albacete, España: s.n.
- Development, O. f. E. C.-o. a., 2010. *Sickness, disability and work: breaking the barriers*. Paris: OECD.
- Discapacidad, C. O. N. p. I. P. c., 2010. *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de las Naciones Unidas*, México, Distrito Federal: CONADIS.
- Dr. Ramiro Pérez Zavala, D. E. R. V. Á. D. E. R., 2007. Frecuencia de úlceras por presión en el paciente lesionado medular, su correlación con el nivel neurológico y escala de ASIA.. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 19(1), pp. 16-23.
- G., V. A., 2013. Magnitud del evento adverso. Úlceras por presión.. *Revista de Enfermería del instituto Mexicano del Seguro Social*, 21(1), pp. 3-8.
- Generalitat Valenciana, 2008. *Guía Práctica Clínica de Enfermería: Prevención y tratamiento de las úlceras por presión y otras heridas crónicas*. Valencia, España: s.n.
- Generalitat, V., 2007. *Guía de actuación de enfermería. Manual de procedimientos generales*. Valencia: s.n.
- guidelines, C. f. s. c. m. p., 2004. *Úlceras decúbito: Lo que usted debe saber. Una guía para personas con lesiones medulares*. Washington, DC: Patrocinio Administrativo.
- Karen, J., 2004. ¿Cómo afectan la nutrición y la edad a la cicatrización de heridas?. *Nursing*, 22(4), pp. 52-53.
- McInness Elizabeth, A. J.-B. E., 2015. Support surfaces for pressure ulcer prevention. *Cochrane Library*.
- Meehan, M., 2010. Úlceras por decúbito, el interés de la prevención.. *Nursing*, 28(3), pp. 19-23.

Rodriguez Palma M, L. C. P. G. M. P. I. M. P., 2011. *Superficies especiales para el manejo de la presión en prevención y tratamiento de las úlceras por presión*. Logroño: Grupo Nacional para el Estudio y Asesoramiento en úlceras por Presión y Heridas Crónicas (GNEAUPP).

Salud, S. d., 2009. *Guía de Práctica Clínica para la Prevención y Tratamiento de Úlceras por Presión a Nivel Intrahospitalario*, México: s.n.

### **Bibliografía en línea**

Center, N. L. M., s.f. *Cuadriplejia y Paraplejia*. [En línea].

Cols, B. d. B. J., 2002. Caracterización clínica de pacientes con lesión medular traumática. *Revista Mexicana de Neurocirugía*, 3(3), pp. 135-142.

Guidelines, C. f. s. c. m. p., 2004. *Úlceras decúbito: Lo que usted debe saber. Una guía para personas con lesiones medulares*. Washington, DC: Patrocinio Administrativo Provisto por Veteranos Parálíticos de América.

JE, B., 1992. *PubMed.gov*. [En línea]

Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1431872>

[Último acceso: 25 Septiembre 2015].

McInnes Elizabeth, B.-S. S. E. D. J. C. L. R. C. N. A., 2008. *The cochrane Library*. [En línea].

McInness Elizabeth, A. J.-B. E., 2015. Support surfaces for pressure ulcer prevention. *Cochrane Library*.

mM, s.f. s.l.:s.n.

Springle, S., december 2000. *Effects of Forces and the Selection of Support Surfaces. Topics Geriatric Rehabilitation*. [En línea]

Available at: <http://journals.lww.com/topicsingeriatricrehabilitation/toc/2000/12000>

[Último acceso: 15 Febrero 2015].

## 10 Glosario

**Ayudas técnicas**, cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico usado por una persona con discapacidad, para prevenir, mitigar o neutralizar la deficiencia, discapacidad o minusvalía.

**CAD**, (Computer-aided design) Diseño asistido por computadora.

**CAM**, (Computer-aided manufacturing) Manufactura asistida por computadora.

**Cuadriplejia o Tetraiplejia**, parálisis total o parcial de ambas piernas y de ambos brazos causada por daño de la médula espinal, específicamente en alguna de las vértebras cervicales.

**Decúbito**, postura corporal que implica estar acostado o yacente. Deriva de la palabra latina decumbere (“acostarse”, “yacer”).

**Decúbito supino**, también llamado decúbito dorsal (boca arriba).

**Decúbito prono**, el cuerpo yace sobre el pecho y el vientre, también llamado decúbito ventral (boca abajo).

**Diseño emocional**, aquel diseño enfocado en la relación usuario-objeto, que además de cumplir con sus funciones prácticas esperables, tiende a provocar una respuesta emotiva en las personas, a través de la interacción sensorial, generando una experiencia de uso más placentera e íntima, creando un vínculo que va más allá de la simple utilidad de los objetos.

**Escaras**, o úlceras por presión, son heridas de la piel que aparecen al soportar una presión externa, por la presión continua sobre las prominencias óseas, impidiendo una correcta circulación sanguínea y la correcta nutrición de los tejidos.

**Etiopatogenia**, de formación etimológica "(aiti- αἰτία gr. 'causa') + (path(o)- πάθος gr. 'padecimiento' o 'sentimiento') + (géneia- γένεια gr. 'nacimiento', 'proceso de formación')" es el origen o causa del desarrollo de una patología.

**Lesión medular**, cambio anormal en la morfología o estructura de la médula espinal producida por un daño externo o interno.

**Parálisis**, lesión o enfermedad del sistema nervioso de una persona, que afecta la capacidad para mover una parte particular del cuerpo.

**Paraplejia**, parálisis de la mitad inferior del cuerpo.

**Posición Sedente**, el cuerpo se mantiene sentado con el tórax en forma vertical o inclinada hacia adelante o, en su caso, flexionado a la derecha o izquierda, sosteniéndose la cabeza igualmente inclinada hacia adelante o para atrás, así como a la derecha o la izquierda.

**Tetraiplejia**, parálisis de ambas piernas y de ambos brazos

**Trastornos tróficos**, pertenecientes o relativos a la nutrición.



**Tono muscular**, también conocido como tensión muscular residual o tono, es la contracción parcial, pasiva y continua de los músculos.

**Úlceras por presión o Escaras**, heridas de la piel que aparecen al soportar una presión externa, por la presión continua sobre las prominencias óseas, impidiendo una correcta circulación sanguínea y la correcta nutrición de los tejidos.

## 11 Créditos a imágenes, gráficos y esquemas

Imagen 1 Sistema multiposiciones para personas con estancia indefinida en posición decúbito .....	12
Imagen 2 Sistema de cambio de puntos de apoyo para casos de atrofia muscular, septiembre 2006 .....	13
Imagen 3 Sistema multiposiciones, septiembre 2013.....	14
Imagen 4 Sistema de cambio multiposiciones para personas que permanecen en decúbito por largos periodos de tiempo, año 2014 .....	15
Imagen 5 Sistema de cambio de posiciones para personas que permanecen en decúbito por largos periodos de tiempo, año 2015 .....	16
Imagen 6 Materiales utilizados para la creación de las mezclas .....	70
Imagen 7 Nuevos materiales resultado de las mezclas.....	73
Imagen 8 Equipo Instron 5500, modelo 1125.....	75
Imagen 9 Pruebas realizadas a los nuevos materiales .....	75
Imagen 10 Horno usado para pruebas de temperatura (de izq. a der. geles 5,14,6,1) ..	78
Imagen 11 Empaque de geles con contenedor de polietileno y soluciones para elaboración de espuma de poliuretano .....	79
Imagen 12 Preparación de la base y colocación de la bolsa con el gel .....	79
Imagen 13 Encapsulado y desmolde del acojinamiento.....	80
Imagen 14 Equipo utilizado para las pruebas de carga.....	80
Imagen 15 Contenedor PVC Vinyl con sellado electrónico de alta frecuencia.....	81
Imagen 16 Encapsulado del gel con el nuevo empaque .....	82
Imagen 17 Sistema automatizado multiposiciones. Desarrollado por el Área de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial .....	84
Imagen 18 Sistema automatizado con acojinamiento .....	84
Imagen 19 Acojinamiento producto de esta tesis y que es complemento del sistema multiposiciones desarrollado por el Área de Diseño Industrial y el Área de Ingeniería Mecánica de la UAM-A .....	85
Gráfica 1 Resultado de sondeo de productos para prevenir las UPP en el mercado nacional .....	18
Gráfica 2 Prevalencia de las UPP de acuerdo con las heridas en la piel.....	26
Gráfica 3 Costo por atención de las UPP al sector salud .....	26

Gráfica 4 Prevalencia de las UPP de acuerdo con sitio anatómico .....	27
Gráfica 5 Casos de UPP por estadía .....	27
Gráfica 6 Discapacidad, Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos en los Hogares 2012 (ENIGH 2012) .....	37
Gráfica 7 Discapacidad de acuerdo con la edad (ENIGH 2012).....	38
Gráfica 8 Elementos auxiliares para cambios de postura.....	55
Gráfica 9 Cambio de ropa de cama al día.....	56
Gráfica 10 Material de forro del colchón.....	56
Gráfica 11 Elementos para la limpieza del colchón .....	56
Gráfica 12 Número de veces que se cambia al paciente en 24 horas.....	57
Gráfica 13 Tiempo de permanencia del paciente en cada posición.....	57
Gráfica 14 Actividades en atención al paciente.....	57
Gráfica 15 Áreas proclives a generar UPP según experiencia del personal que atiende al paciente .....	58
Gráfica 16 Personal necesario para cambios de posición del paciente .....	58
Gráfica 17 Condición de discapacidad de los pacientes entrevistados .....	59
Gráfica 18 Tipo de material del colchón utilizado en casa.....	59
Gráfica 19 Tamaño de colchón más utilizado .....	60
Gráfica 20 Forro de colchones más común.....	60
Gráfica 21 Problemas más comunes detectados en los colchones.....	61
Gráfica 22 Aspectos importantes a considerar en la adquisición del colchón.....	61
Gráfica 23 Precio de colchón con mejoras que estarían dispuestos a pagar .....	62
Gráfica 24 Comportamiento a la compresión de los geles seleccionados. Variación de la carga contra desplazamiento del pistón.....	76
Gráfica 25 Carga máxima en el ensayo .....	77
Gráfica 26 Módulos elásticos de los geles en la primera región.....	77
Gráfica 27 Comportamiento a la compresión de los geles seleccionados. ....	87
Gráfica 28 Carga máxima en el ensayo .....	87
 Esquema 1 Superficies de reposo estáticas más utilizadas .....	 19
Esquema 2 Superficies dinámicas con sistemas mecánicos.....	19
Esquema 3 Superficie con sistema a base de fluido de aire y microesferas .....	20
Esquema 4 Zalea de borrego.....	21
Esquema 5 Espuma visco elástica.....	21

Esquema 6 Cojín de poliuretano .....	22
Esquema 7 Almohadillas y protectores de talón y codo .....	22
Esquema 8 Anatomía de la piel .....	41
Esquema 9 Características y función de la piel.....	41
Esquema 10 Fuerza de fricción que interviene en la generación de las UPP .....	43
Esquema 11 Fuerza de gravedad y cortante .....	43
Esquema 12 Clasificación y características de las UPP.....	44
Esquema 13 Concentración de peso en posición decúbito .....	45
Esquema 14 Áreas propensas a generar úlceras por presión.....	46
Esquema 15 Efecto hamaca .....	46
Esquema 16 Posición decúbito supino .....	51
Esquema 17 Posición decúbito lateral .....	51
Esquema 18 Posición decúbito prono .....	52
Esquema 19 Cojines rellenos de semillas y cubre codos.....	63

## **12 Anexos**

### **Instrumentos de investigación**

#### **ENCUESTAS**

Se desarrollaron 3 tipos diferentes de encuesta, el objetivo de cada una es:

##### **Encuesta número 1**

Encuesta tipo transversal, conocer las características generales de algunos acojinamientos utilizados en la prevención de las UPP de venta en el mercado nacional (1-8 tiendas). Para revisar el proceso y resultados, dirigirse al apartado 1.2.

Dirigida a: Distribuidores o tiendas especializadas en artículos para personas con discapacidad.

Objetivo:

Conocer que productos se venden más, cualidades, servicio postventa, refacciones, garantías, etc.

##### **Encuesta número 2**

Entrevista del tipo profunda y cerrada (5-8 personas)

Dirigida a: personal que está al cuidado del paciente: médicos, enfermeras, camilleros, familiares, tanto en hospitales como en el propio domicilio del paciente.

Objetivo:

Determinar cuáles son las actividades (aseo, curaciones, terapias) que realizan en el hospital con los pacientes parapléjicos y cuadripléjicos, así como las características de cada superficie, analizando sus ventajas y desventajas. Los detalles y el procedimiento se describen en el apartado 3.1.5.10.

### **Encuesta número 3**

Encuesta enfocada y con preguntas cerradas (5-8 personas).

Dirigida a: Pacientes con paraplejia y cuadriplejia

Objetivo:

Conocer de viva voz la experiencia que han tenido los pacientes con el uso de los acojinamientos de venta en el mercado nacional, tomando en cuenta confort, diseño y eficacia, entre otros, e indagar su sentir frente al producto y determinar cuánto estarían dispuestos a pagar por un mejor producto. Los detalles y el proceso se describen en el apartado 3.1.5.12.

## **Encuesta 1**

Dirigida a:  
Distribuidores, tiendas especializadas.

Nombre \_\_\_\_\_ Puesto \_\_\_\_\_

Nombre de la tienda \_\_\_\_\_

Ubicación \_\_\_\_\_

1.- ¿Cuántos artículos tienen para prevenir úlceras por presión?

☐ 1-3   ☐ 4-6   ☐ 6-9   ☐ 10 o más

2.- ¿Sabe usted para qué tipo de discapacidad adquieren las personas este producto?

Paraplejia ☐      Cuadriplejia ☐

3.- ¿Cuáles son los que más se venden?

☐ Aire   ☐ Espuma   ☐ Otros   Especifique \_\_\_\_\_

4.- ¿Cuál es su precio?

☐ \$500-\$1500   ☐ \$1501-\$2500   ☐ \$2501-\$3500   ☐ \$3501- más

5.- ¿De qué tamaño son?

☐ Individual   ☐ Matrimonial

6.- ¿Cuál es el origen del producto?

☐ Nacional   ☐ Importado

7.- ¿Es fácil conseguir las refacciones?

☐ Sí   ☐ No   Especifique \_\_\_\_\_

8.- ¿Ofrecen alguna garantía?

☐ Sí   ☐ No   Especifique \_\_\_\_\_

9.- ¿Qué color se vende más?

10.- ¿Tienen aditamentos especiales para cubrir el colchón?

☐ Sí   ☐ No   Especifique \_\_\_\_\_

## Encuesta 2

Dirigida a:

personal que está al cuidado del paciente: médicos, enfermeras, camilleros, familiares, tanto en hospitales como en el propio domicilio del paciente.

Nombre \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Género:

☐ Masculino ☐ Femenino

Relación con el paciente:

☐ Familiar ☐ Médico ☐ Enfermera ☐ Camillero

Tipo de condición del paciente que atiende:

Paraplejia ☐ Cuadriplejia ☐

1.- ¿Cuál (es) de estas actividades se realizan estando el paciente sobre la cama?

- ☐ Alimentación
- ☐ Aseo
- ☐ Curaciones
- ☐ Terapia
- ☐ Vestirlo

2.- ¿Qué parte(s) del cuerpo de su paciente presenta(n) úlceras por presión?

Área	Grado		
	Leve	Agudo	Grave
<input type="checkbox"/> Codos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Cabeza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Talones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Omoplatos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Sacro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Otros Especifique _____			



3.- ¿Para cambiar de posición al paciente, cuántas personas intervienen?

☐1-2      ☐3-4      ☐5-6

4.- ¿Cuántas veces durante el día cambia al paciente de posición?

☐1-3    ☐4-6    ☐7-9    ☐10 o más

5.- ¿Y durante la noche?

☐1-3    ☐4-6    ☐7-9    ☐10 o más

6.- ¿Cuánto tiempo se deja al paciente en cada posición?

☐1-10 min.    ☐11-20 min.    ☐21-30 min.    ☐Más tiempo

7.- ¿Utilizan algún elemento auxiliar para mantener al paciente en la posición adecuada?

☐ Sí    ☐ No

8.- ¿Cuál?

☐ Almohadillas    ☐ Cojines    ☐ Ropa    ☐ Otros Especifique\_\_\_\_\_

9.- ¿Cuántas veces al día se cambia la ropa de cama del paciente?

☐1-2    ☐3-5    ☐5-7

10.- ¿Se limpia también el colchón?

☐ Sí      ☐ No      ☐ A veces

11.- ¿De qué material está forrado el colchón?

☐ Espuma    ☐ Tela    ☐ Plástico    ☐ Otro      Especifique\_\_\_\_\_

12.- ¿Qué utilizan para limpiar el colchón?

☐ Agua    ☐ Jabón    ☐ Cloro    ☐ Esponja    ☐ Fibra    ☐ Tela    ☐ Otros

Especifique \_\_\_\_\_

13.- ¿Con que frecuencia se limpia el colchón (veces por semana)?

☐1-3    ☐4-6    ☐7-9    ☐10 o más

14.- ¿Cuál es el principal problema que detecta en el colchón?

☐Pesado   ☐Delgado   ☐Grueso   ☐Difícil de limpiar   ☐Otros

Especifique\_\_\_\_\_

15.- ¿El colchón dispone de algún relleno especial?

☐Agua   ☐Gel   ☐Espumado especial   ☐Otros   Especifique\_\_\_\_\_

16.- ¿Qué elemento de este colchón le agrada más?

☐Diseño   ☐Confort   ☐Color   ☐Forma   ☐Otros   Especifique \_\_\_\_\_

17.- ¿Qué le agrada menos de este colchón?

☐Diseño   ☐Confort   ☐Color   ☐Forma   ☐Otros   Especifique\_\_\_\_\_

18.- ¿Utiliza algún aditamento especial para envolver el colchón (funda, cubrecama)

☐Sí   ☐No   ☐A veces

19.- ¿De qué material es este recubrimiento?

☐Espuma   ☐Tela   ☐Plástico   ☐Otro   Especifique\_\_\_\_\_

### **Encuesta 3**

Dirigida a:  
Pacientes.

Género:

☐ Masculino ☐ Femenino      Edad \_\_\_\_\_ Ocupación \_\_\_\_\_

Tipo de condición:

Paraplejia ☐      Cuadriplejia ☐

1.- ¿Qué tipo de colchón utiliza?

☐ Agua ☐ Gel ☐ Espumado especial ☐ Otros

Especifique \_\_\_\_\_

2.- ¿De qué material está forrado?

☐ Espuma ☐ Tela ☐ Plástico ☐ Otro      Especifique \_\_\_\_\_

3.- ¿De qué tamaño?

☐ Individual ☐ Matrimonial

4.- ¿Cree usted que su colchón es confortable?

☐ Sí ☐ No

5.- ¿Por qué?

6.- ¿Qué cambiaría de su colchón?

☐ Diseño ☐ Confort ☐ Color ☐ Forma ☐ Material ☐ Otros

Especifique \_\_\_\_\_

7.- ¿Por qué?

8.- ¿Qué aspecto considera sea el más importante en su colchón?

☐ Diseño ☐ Confort ☐ Color ☐ Forma ☐ Material ☐ Otros

9.- ¿Por qué?

10.- ¿Qué tipo de colchón tiene en su casa?

☐ Agua ☐ Gel ☐ Espumado ☐ Zaleas ☐ Con Textura ☐ Otros

Especifique\_\_\_\_\_

11.- ¿Le agrada el color que tiene?

☐ Sí ☐ No

12.- ¿De qué color es?

13.- ¿Qué tipo de colchón usa en el hospital?

☐ Agua ☐ Gel ☐ Espumado especial ☐ Zaleas ☐ Con textura ☐ Otros

14.- ¿De qué color es?

15.- ¿Le agrada el color que tiene?

☐ Sí ☐ No

16.- ¿Qué color le gustaría que tuviera su colchón?

17.- ¿Qué le agregaría o mejoraría?

18.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por esas mejoras?

☐ \$500-\$1500 ☐ \$1501-\$2500 ☐ \$2501-\$3500 ☐ \$3501- más